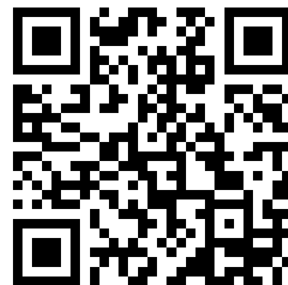


# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Electriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

# L'ÉNERGIE

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE

DIRECTION SCIENTIFIQUE



TOME LIII

4e TRIMESTRE 1907

ADMINISTRATION ET RÉDACTION

40, RUE DES ÉCOLES, 40

PARIS Ve

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



# SUR L'EMPLOI DES BATTERIES-TAMPON POUR LA TRACTION PAR MOTEURS A EXPLOSION

Les lecteurs de l'*Éclairage Électrique* connaissent tous le système de transmission électrique suivant, appliqué sur certaines voitures pétroléo-électriques :

Une dynamo montée en volant sur le moteur à explosion est reliée à une batterie d'accumulateurs et fonctionne tantôt en génératrice, tantôt en motrice, soit pour utiliser la puissance superflue du moteur thermique quand le couple résistant est faible, soit pour lui venir en aide quand le couple résistant est élevé (1).

Ce système est susceptible d'applications assez importantes, notamment aux omnibus automobiles, aux locomotives à pétrole, etc., etc., et il nous a paru qu'une étude graphique des propriétés d'un tel ensemble présenterait un certain intérêt.

Ainsi qu'on le sait, le couple d'un moteur à pétrole diminue rapidement aux faibles vitesses ; quand cette vitesse dépasse certaines valeurs, ce couple faiblit également. L'on peut donc en définitive représenter les variations du couple par une courbe présentant un maximum pour une certaine vitesse. La figure 1 empruntée à un excellent mémoire de M. Hopkinson sur des essais de moteurs à pétrole à grande vitesse (2), donne diverses

(1) Pour plus de détails, voir : R. de Valbreuze, Les voitures pétroléo-électriques, *Eclairage Electrique*, tome L, 23 février 1907, page 263. Voir également la description de la locomotive mixte Pieper, *Eclairage Electrique*, tome XLIX, p. 17 (J. Reyval, Exposition universelle de Milan).

(2) B. Hopkinson. Efficiency tests on a high-speed pétrol-motor, *Engineering*, 8 février 1907, page 165.

courbes relatives à un moteur de 20 H. P. à quatre cylindres de 90 × 130 millimètres ; l'on voit nettement l'allure de la courbe du couple qui passe bien par un maximum vers une vitesse de 500 tours environ. Cette allure s'explique d'ailleurs facilement théoriquement : aux très faibles vitesses, d'une part, la carburation est défectueuse, les fuites prennent une importance beaucoup plus grande, l'action réfrigérante des parois se fait sentir davantage, le couple enfin devient irrégulier (sauf dans les moteurs ayant un grand nombre de cylindres, au moins 8), etc. ; d'autre part, aux grandes vitesses, l'aspiration n'est plus complète, la vitesse des pistons dépasse la vitesse de propagation de l'onde explosive, les frottements augmentent, etc.

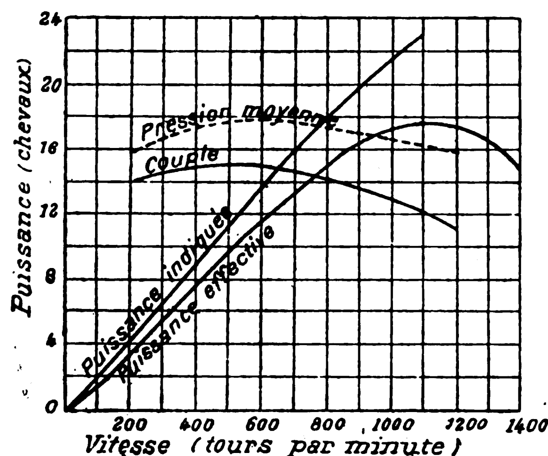



Fig. 1.

Quoi qu'il en soit, d'après cette courbe (fig. 1) la capacité de surcharge du moteur (définie par le rapport du couple maxima au couple à vitesse normale, ici 900 tours environ) apparaît comme très faible, et rend indispensable l'usage, soit d'un changement de vitesse mécanique, soit du système-tampon décrit plus haut.

La dynamo employée dans ce système étant excitée en dérivation, l'on peut admettre, en première approximation, tant que la charge ne dépasse pas une certaine valeur, que cette excitation est indépendante de la vitesse ; cela revient à supposer la tension de la batterie d'accumulateurs sensiblement constante.

Dans ces conditions, le couple $C_d$ de la dynamo peut se mettre sous la forme (¹) :

$$C_d = K(\omega - \Omega) \qquad (1)$$

K étant une certaine constante, $\omega$ la vitesse angulaire, et $\Omega$ la vitesse à vide qui ne dépend, pour une machine et une tension données, que de la valeur du rhéostat de réglage de l'excitation.

Lorsque $\omega > \Omega$, la dynamo marche en génératrice et charge les accumulateurs ; si, au contraire, $\omega < \Omega$, le couple change de signe, et la dynamo ajoute son couple à celui du moteur thermique.

Cela posé, supposons que la courbe M (fig. 2) reproduise la courbe du couple $C_m$ d'un certain moteur à explosion en fonction de la vitesse $\omega$ ; en fonction de cette même vitesse, la courbe représentative de la formule (1) est une droite coupant l'axe des $\omega$ en un point dont l'abscisse OA est précisément égale à $\Omega$. Soit M un point de fonctionnement ; l'ordonnée MH coupe la droite NN′ en un point N et NH est le couple de la dynamo correspondant.

Le segment MN mesure dans tous les cas le *couple résultant* de l'ensemble moteur-dynamo : lorsque le point H est à droite du point A, la dynamo marche en génératrice et le segment $MN = MH - NH = C_m - C_d$ est bien le couple résultant ; lorsque le point H est à gauche de A, la dynamo fonctionne en réceptrice et un segment tel que $M'N' = C'_m + C_d$ représente encore le couple disponible. Cette représentation graphique très simple donne lieu à quelques remarques intéressantes.

(¹) Cette forme très commode a été indiquée par H. Goerges vers 1896. Elle se déduit facilement des équations de la machine shunt reliée à un réseau à potentiel constant, et permet des comparaisons intéressantes avec le moteur asynchrone en regardant $\Omega$ comme un pseudo-synchronisme.

La capacité de surcharge devient très importante, et l'on pourrait même théoriquement faire en sorte que le couple augmente jusqu'à l'arrêt, au fur et à mesure que la vitesse diminue, en adoptant une dynamo et une batterie de puissance convenable. En pratique, cette limite extrême ne sera jamais atteinte, ainsi qu'on le verra dans la suite ; d'ailleurs, pour des débits par trop exagérés, le couple $C_d$ de la dynamo pourrait lui-même, dans le fonctionnement en moteur, faiblir par suite d'une diminution d'excitation provoquée par la surcharge de la batterie.

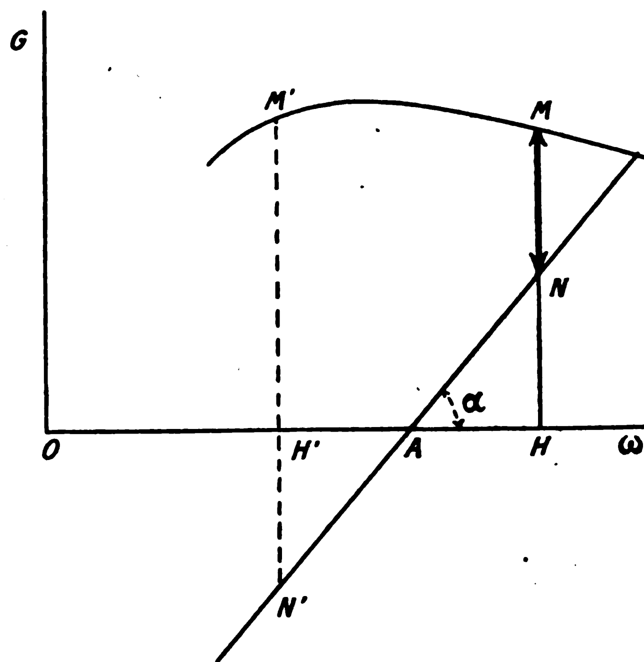


Fig. 2.

Notons, en passant, que le point correspondant au maximum du couple résultant s'obtiendra évidemment en menant (si cela est possible) une tangente à la courbe M parallèle à la droite NN'.

L'on peut facilement démontrer que la tangente de l'angle α que fait la droite NN' avec l'axe des abscisses est inversement proportionnelle à la résistance de l'induit, c'est-à-dire a toujours une valeur très élevée ; en d'autres termes, ainsi qu'on le constate du reste pratiquement, une faible variation de vitesse suffit pour faire passer une dynamo shunt de la pleine charge en génératrice à la pleine charge en réceptrice ou inversement.

Cela conduit tout d'abord à choisir pour Ω une valeur voisine de la vitesse normale du moteur à pétrole à pleine charge ; en palier, la batterie d'accumulateurs ne sera traversée ainsi par aucun courant (ou traversée seulement par un courant de charge faible), et dès qu'il se produira un ralentissement, la dynamo fournira un appoint plus ou moins important. Les rampes sont ainsi franchies à grande vitesse, si la dynamo et la batterie ont été choisies convenablement. Pour gravir les côtes aisément, l'on pourrait croire à priori qu'il est avantageux de rendre l'excitation de la dynamo la plus forte possible, afin d'augmenter son couple ; l'examen du diagramme de la figure 2 montre clairement que l'on est assez vite limité dans cette voie en général ; en effet, à mesure que l'on augmente l'excitation, la vitesse Ω diminue en raison inverse, et, par suite, la vitesse de marche ω peut arriver à dépasser vers la gauche la région de la courbe M pour laquelle le moteur thermique est susceptible de fournir un couple. Tout l'effort serait alors fourni par la dynamo, ce qui est évidemment à éviter.

En résumé, le choix de la dynamo devra être basé sur les considérations suivantes :

1° Elle devra avoir une vitesse normale à vide sensiblement égale à la vitesse du moteur thermique.

2° Sa résistance intérieure sera aussi faible que possible, afin de présenter un couple croissant rapidement avec une légère diminution de vitesse, et de conserver ainsi au moteur thermique un couple élevé, d'après ce qu'il vient d'être dit.

Le réglage de la vitesse s'obtient naturellement en modifiant la vitesse à vide Ω au moyen

d'un rhéostat d'excitation ; toutefois, si le moteur thermique n'était muni d'aucun dispositif spécial, l'on pourrait craindre qu'en augmentant trop fortement l'excitation pour réduire l'allure, la batterie ne se trouve trop surchargée.

C'est pour remédier à cet inconvénient que l'on emploie sur les voitures mixtes Pieper un régulateur automatique sur l'admission du moteur à essence (¹); lorsque le courant de charge devient trop intense, ce régulateur, actionné par un solénoïde compound, ferme plus ou moins l'admission des gaz ; au contraire, dès que les accumulateurs se mettent à débiter sur la dynamo, il ouvre en grand l'admission, et le moteur thermique fonctionne à pleine puissance.

Pratiquement, pour la détermination de la dynamo à employer, l'on pourrait opérer de la manière suivante.

Supposons que l'on connaisse par essai la vitesse minima limite $v = OH'$ à laquelle le moteur thermique peut fonctionner en fournissant un couple élevé $C_m = H'M'$ et soit C le couple maxima exigé, d'après le poids des véhicules, les rampes à gravir, etc. ; la dynamo devra être capable, à cette vitesse, de fournir le couple $C - C_m = C_d$. D'autre part, si l'on veut conserver un rendement acceptable, la vitesse $v$ doit être peu inférieure (de 10 à 15 °/₀ au maximum) à la vitesse à vide $\Omega$ correspondant à la pleine excitation : celle-ci se trouve ainsi immédiatement déterminée, et par le point H′ de l'axe des abscisses l'on élèvera une perpendiculaire, telle que H′N′ (fig. 2), égale au couple $C_d = C - C_m$.

Joignant alors les points N′ et A, l'on obtient la droite caractéristique de la dynamo pour la pleine excitation.

Cette dynamo devra être susceptible de fonctionner convenablement avec une excitation réduite, et ce sera même là le régime normal en palier. Pour réaliser de semblables conditions, l'on sera amené à la munir de pôles auxiliaires excités en série, suivant le procédé bien connu.

En définitive, d'après ce qui précède, l'on résumera comme suit les propriétés d'un tel groupe :

1° L'on peut faire varier l'allure dans d'assez fortes proportions et obtenir, avec l'emploi d'un régulateur genre Pieper, une série de vitesses en palier, la batterie n'intervenant pas, ou se chargeant à un faible régime.

2° Pour une position déterminée du régulateur agissant sur l'excitation, la vitesse reste sensiblement la même en côte qu'en palier.

C'est peut-être là l'inconvénient du présent système, car cela doit conduire à un travail exagéré de la batterie dans les fortes rampes.

Cet inconvénient n'existe guère d'ailleurs que pour des véhicules de tourisme, et non pour des omnibus automobiles ou pour la traction sur de petites lignes d'intérêt local, le profil étant alors beaucoup moins accidenté et parfaitement déterminé à l'avance.

Bien entendu, la méthode précédente ne constitue qu'une première approximation ; en réalité, lorsque la dynamo marchant en moteur fournira un effort prolongé très élevé, la tension aux bornes de la batterie baissera assez fortement. Le segment de droite AN′ serait donc remplacé pour ces régimes élevés par une courbe tendant à s'infléchir vers l'axe des abscisses. Les conclusions générales ne seraient cependant pas modifiées.

J. BETHENOD.

---

(¹) Voir les articles précités.

# LES FORCES MOTRICES DU RHIN

Nous avons déjà signalé dans notre Revue ([1]), les travaux qui, depuis quelques années, se poursuivent méthodiquement en Suisse pour fixer avec précision la valeur industrielle des forces motrices des cours d'eaux. Nous avons également indiqué brièvement les méthodes qui ont été employées et les difficultés qu'elles offrent, et nous croyons d'autant moins utile d'y revenir ici que ces méthodes relèvent avant tout de l'hydrographie. Il en est autrement des résultats de ces travaux; ils fournissent, en effet, des données très utiles pour apprécier les chutes, pour connaître la variation de leur puissance, et, à ce titre, ils ont une portée industrielle et intéressent tout spécialement les électriciens.

Les travaux sont malheureusement très longs et ils n'ont même de valeur qu'autant qu'ils s'étendent sur une très longue période. Il ne faut donc pas s'attendre à posséder avant longtemps les données complètes de cette importante statistique.

Cette année, le bureau hydrométrique fédéral a publié toutes les données relatives au Rhin depuis ses sources jusqu'à Ragaz.

On sait qu'à sa source le Rhin se divise en deux grands bras qui se réunissent à Reichenau, le Rhin postérieur et le Rhin antérieur. Dans les trois cartes que nous reproduisons ici (fig. 1, 2, 3), les débits successifs observés aux divers points et les puissances disponibles ou utilisées dans les diverses sections ont été inscrits. Les puissances disponibles sont groupées en 4 catégories ainsi que l'indique la légende qui accompagne chacune des cartes. Le tableau suivant résume toutes les données réparties sur les cartes.

FORCES HYDRAULIQUES MINIMA DU RHIN ET DE SES AFFLUENTS JUSQU'A RAGAZ

| FORCES HYDRAULIQUES MINIMA | RHIN ANTÉRIEUR — BASSIN DE RÉCEPTION 1 513 676 kmq. | | RHIN POSTÉRIEUR — BASSIN DE RÉCEPTION 1 692 663 kmq. | | RHIN DE REICHENAU A RAGAZ — BASSIN DE RÉCEPTION 1 248 189 kmq. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Chevaux nets. | H. P. par kmq. du bassin de réception. | Chevaux nets. | H. P. par kmq. du bassin de réception. | Chevaux nets. | H. P. par kmq. du bassin de réception. |
| Forces utilisées. A. Usines avec utilisation imparfaite de la force. | 819 | 0,5 | 1 244 | 0,7 | 1 665 | 1,3 |
| Forces utilisées. B. Usines avec utilisation rationnelle de la force. | 220 | 0,1 | 3 180 | 1,9 | 1 500 | 1,2 |
| Forces disponibles. Catégorie I. Très bonnes forces. | 9 410 | 6,2 | 22 550 | 13,3 | 5 470 | 4,4 |
| Forces disponibles. Catégorie II. Bonnes forces. | 13 730 | 9,1 | 15 040 | 8,9 | 20 600 | 16,5 |
| Forces disponibles. Catégorie III. Forces passables. | 12 710 | 8,4 | 9 930 | 5,9 | 15 970 | 12,8 |
| Forces disponibles. Catégorie IV. Forces médiocres. | 5 330 | 3,5 | 10 390 | 6,1 | 3 740 | 3,0 |
| TOTAL des forces hydrauliques minima disponibles. | 41 180 | 27,2 | 57 910 | 34,2 | 45 780 | 36,7 |
| TOTAL des forces minima utilisées rationnellement et encore à utiliser | 41 400 | 27,3 | 61 090 | 36,1 | 47 280 | 37,9 |

([1]) *Eclairage Electrique*, tome LII, 14 septembre 1907, page *162*.

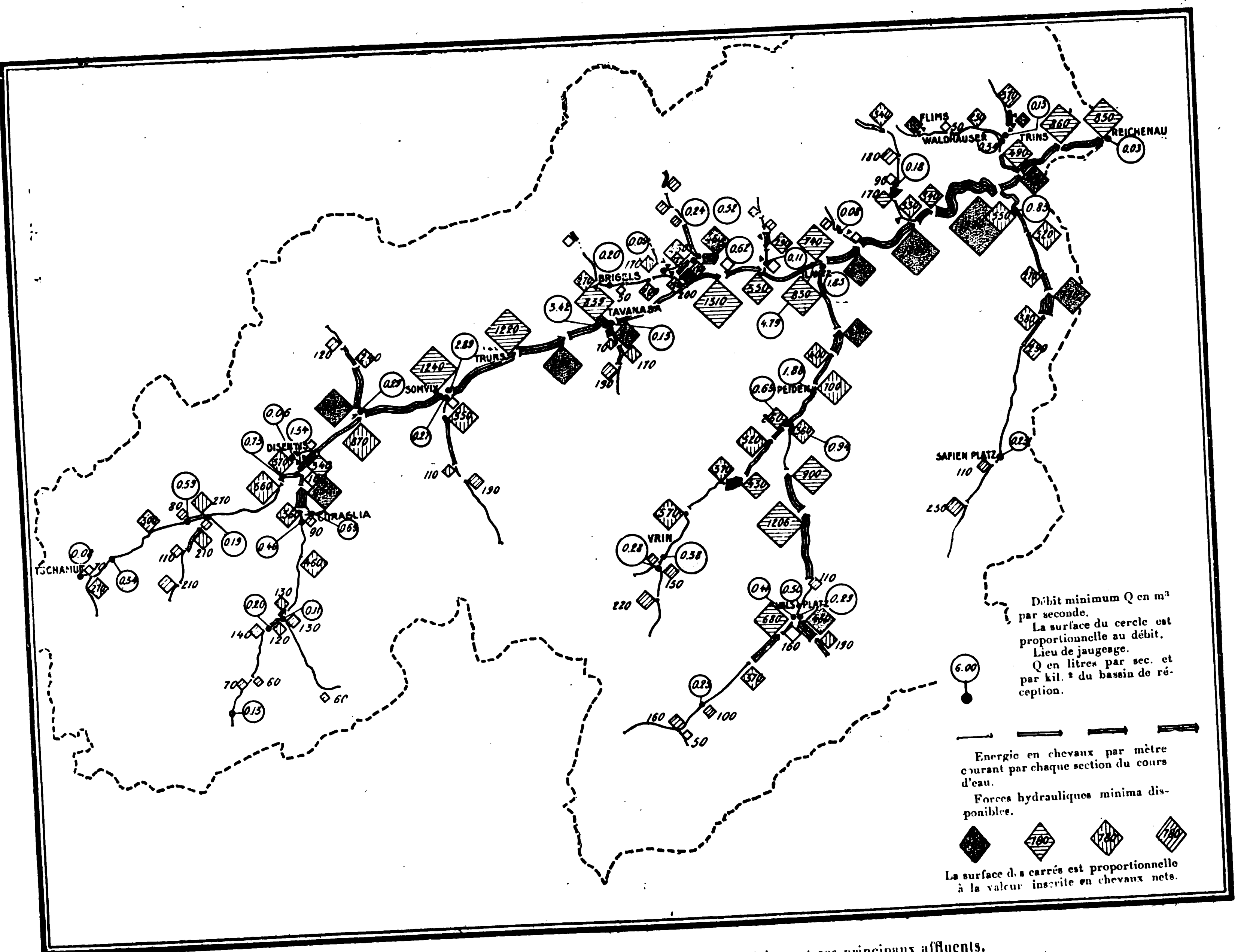



Fig. 1. — Carte des débits et des forces hydrauliques. Rhin antérieur et ses principaux affluents. (Travail exécuté par le Bureau hydrométrique fédéral à Berne, 1906.)

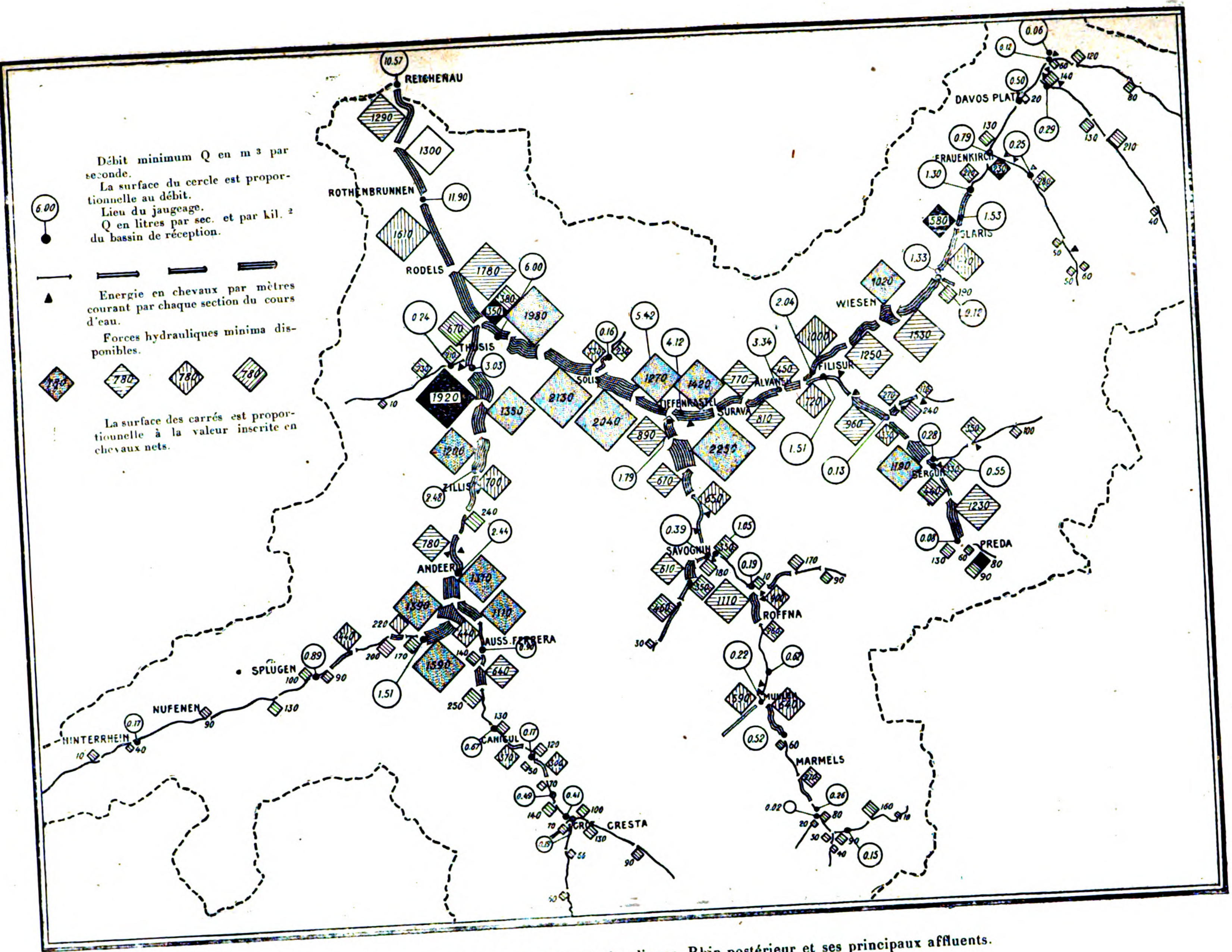



Fig. 2. — Carte des débits et des forces hydrauliques. Rhin postérieur et ses principaux affluents. (Travail exécuté par le Bureau hydrométrique fédéral à Berne, 1906.)

Ces résultats montrent tout ce que peut encore attendre la Suisse, au point de vue industriel, de l'utilisation plus complète et plus rationnelle de ses cours d'eaux. Elle dispose là d'une réserve d'énergie considérable, et les nombreuses usines qui ont été construites depuis une quinzaine d'années ont fourni des enseignements précieux, qui permettront d'en rendre l'utilisation plus complète, plus économique et plus profitable.

Il faut remarquer enfin que, si la puissance des chutes d'eaux est assez variable annuellement, et si l'on a constaté une réduction du débit de certains cours d'eaux, la première variation peut être atténuée par des moyens qui sont aujourd'hui bien connus et, quant à la réduction du débit, on peut se demander s'il n'y a pas eu sur ce point des erreurs d'observation plus ou moins involontaires.

Voici par exemple, pour une période de 10 années, les minima observés à Ilanz pour le Rhin antérieur et à Rothenbrunnen pour le Rhin postérieur [1], pendant les mois de janvier et février qui correspondent aux plus basses eaux :

DÉBITS MINIMA MENSUELS

Rhin antérieur à Ilanz.

| | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 4,8 | 4,8 | 5,2 | 10,1 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 5,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| Février | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 10,7 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 5,2 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |

Rhin postérieur à Rothenbrunnen.

| | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | » | 13,5 | 13,2 | 12,9 | 11,9 | 15,2 | 15,2 | 14,8 | 11,9 | 11,9 | 12,2 | 13,2 |
| Février | » | 11,9 | 11,9 | 12,9 | 11,9 | 15,2 | 14,8 | 11,9 | 11,9 | 11,9 | 11,9 | 12,9 |

Au delà du confluent des deux bras du Rhin, bien que divers affluents aient ajouté leur influence propre sur le régime général des eaux, les variations sont tout à fait semblables et les remarques s'appliquent non seulement aux minima des débits, mais à leurs plus fortes valeurs, à l'époque où les neiges et les glaciers alimentent les cours d'eaux. Le tableau suivant donne les moyennes mensuelles des débits en janvier et en juin de 1894 à 1905 pour le Rhin à Mastrils.

DÉBITS MOYENS

Rhin à Mastrils.

| | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier | 38,4 | 48,2 | 40,7 | 35,7 | 36,7 | 31,9 | 43,1 | 29,3 | 40,5 | 39,6 | 31,7 | 32,2 |
| Février | 234,7 | 296,9 | 555,3 | 595,3 | 386,1 | 376,7 | 406,8 | 512,5 | 424,6 | 404,0 | 432,3 | 378,4 |

[1] Cf. Le bassin du Rhin, *op. cit.* Pl. 1 d. (voir *Ecl. El.*, 14 sept. 1907)

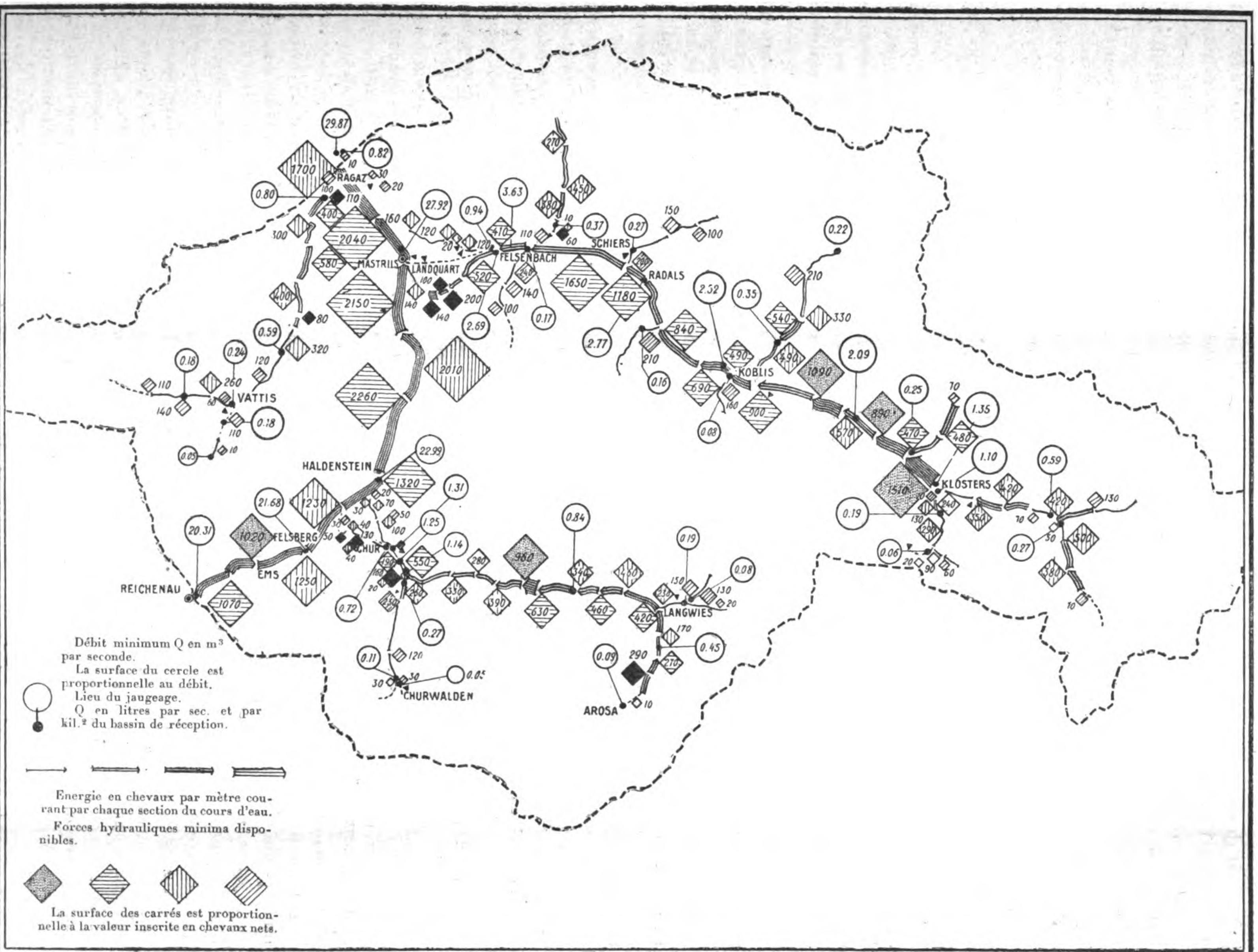



**Fig. 3. — Carte des débits et des forces hydrauliques. Rhin de Reichenau à Ragaz et ses principaux affluents.**
**(Travail exécuté par le Bureau hydrométrique fédéral, à Berne, 1906.)**

On voit donc que les moyennes ne fléchissent pas. Si l'on compare les trois tableaux, on constatera l'augmentation rapide du débit minimum sur les parcours relativement minimes qui séparent les deux points où les observations furent faites. L'étude minutieuse des trois cartes permettra d'ailleurs de vérifier les valeurs absolues et relatives de cette augmentation, pour toutes les sections du fleuve jusqu'à Ragaz.

J. Reyval.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES ET GÉNÉRALITÉS

***Sur les mouvements de l'éther produits par les collisions d'atomes ou de molécules contenant ou non des électrons*** *(fin)* (1) — **Lord Kelvin.** — *The Electrician*, 16 août 1907.

13° L'auteur considère les collisions dans un gaz monoatomique non électrisé, c'est-à-dire un assemblage d'atomes simples ayant chacun sa quantité normale d'électrons, à l'exception d'une petite proportion d'où les électrons ont été temporairement écartés. Pour plus de simplicité, on suppose d'abord qu'un seul électron représente la quantité normale pour chaque atome pondérable. Les collisions maintiennent les électrons dans un état constant de vibration dans les atomes, excepté dans le cas relativement rare d'un électron quittant un atome, ou dans le cas extrêmement rare où le mouvement relatif d'un atome et d'un électron est rendu nul par une collision.

14° La loi des forces entre l'électron et l'atome peut être telle que le centre de l'atome soit la seule position d'équilibre stable pour l'électron contenu dans cet atome.

15° Ou bien la loi des forces peut être telle qu'il y ait un certain nombre $i$ de surfaces sphériques concentriques dans l'atome, sur chacune desquelles un électron puisse rester en équilibre radialement stable, et $(i-1)$ surfaces intermédiaires sur chacune desquelles un électron soit en équilibre instable. Dans la moyenne des collisions, l'électron peut, immédiatement après une collision particulière, être mis en vibration non sinusoïdale à travers plusieurs surfaces sphériques d'équilibre stable et instable, et perdre de l'énergie par l'émission d'ondes irrégulières à travers l'éther. Avant la collision suivante, l'électron est probablement en état de vibration à peu près sinusoïdale de part et d'autre de l'une quelconque des surfaces de stabilité radiale.

16° On doit supposer que ce dernier état est généralement rempli pendant la plus grande partie du libre parcours entre les collisions successives. Il doit être plus fréquent, à la suite d'une collision, que la vibration irrégulière dont il a été question au § 15 et qui doit être exceptionnelle.

17° Il n'est pas nécessaire de supposer qu'un seul électron soit la quantité normale d'un atome pondérable quelconque ; il n'est pas nécessaire non plus de supposer que celui-ci soit neutralisé électriquement par un nombre intégral quelconque d'électrons. L'hypothèse la plus générale consiste à admettre que, avec $j$ électron, l'atome et les électrons agissent extérieurement comme un corps chargé d'électricité vitreuse, et qu'avec $(j+1)$ électron, l'atome et les électrons agissent comme un corps chargé d'électricité résineuse.

18° Il semble extérieurement probable que la persistance de la molécule biatomique dans les gaz communs diatomiques $O_2$, $Az_2$, $H_2$, $Cl_2$ est due à l'impossibilité d'une neutralisation électrique de l'atome pondérable par un nombre intégral quelconque d'électrons. Supposons par exemple qu'un électron suffise pour neutraliser électriquement deux atomes d'azote. Un gaz monoatomique Az, s'il est non électrisé, doit avoir la moitié de ses atomes dépourvus d'électrons et, par suite, chargés d'électricité vitreuse, en quantité égale et opposée à la moitié de celle d'un électron. Chacun des atomes de l'autre

(1) *Éclairage Électrique*, t. LII, 21 septembre 1907, p. 415.

moitié du nombre total d'atomes doit posséder un électron et, par suite, son action externe doit être résineuse, avec une puissance égale à la moitié de celle d'un électron. Il y a alors une violente attraction électrique entre les atomes dépourvus d'électrons et les atomes contenant chacun un électron. Cette attraction tend à grouper les atomes par paires, $Az^2$, chaque paire contenant un électron dont la position d'équilibre stable est située au milieu de la droite joignant les centres des deux atomes pondérables. Il semble très probable que ce sont là les conditions réelles des atomes pondérables et des électrons dans les gaz diatomiques ordinaires.

19° La dissociation d'un nombre considérable de telles paires d'atomes doit être exactement l' « ionisation » par laquelle, d'après la théorie de Schuster et de J.-J. Thomson sur la conduction de l'électricité dans les gaz, les dernières théories de la radioactivité expliquent la conductibilité spéciale des gaz diatomiques, trouvée par Lenard dans l'air soumis à la lumière ultraviolette, et par Becquerel dans l'air situé autour d'un morceau d'uranium métallique ou de sel d'uranium.

20° Mais, pour donner une conductibilité électrique à un gaz monoatomique, l' « ionisation » ne peut être autre chose qu'une dissociation des électrons d'avec les atomes pondérables. Ce genre de dissociation peut être produit dans un gaz très chaud par de simples chocs entre les atomes du gaz lui-même, avec les grandes vitesses de translation auxquelles sont dues les hautes températures. Ou bien elle peut être produite par des corps étrangers, tels que les particules $\alpha$ ou $\beta$ émises avec de grandes vitesses par les substances radioactives.

21° Les pulsations dont il a été question aux § 11 et 12, comme dues uniquement à des collisions mutuelles entre atomes pondérables (sans considérer s'il y a, ou non, des électrons présents), constituent un genre de mouvement dans l'éther qui, s'il est suffisamment intense pour produire de la lumière visible, présente, quand on l'analyse au spectroscope, un spectre continu sans les raies brillantes qui prouvent l'existence de trains continus de vibrations sinusoïdales de particules d'éther. D'autre part, les vibrations d'électrons dont il a été question au § 13 produisent, si elles sont suffisamment intenses, des raies brillantes dans le spectre.

22° Il y a un autre genre de vibration dans la source qui peut produire, et qui produit probablement des raies brillantes dans le spectre. S'il y a deux ou plusieurs atomes pondérables dans la molécule d'un gaz incandescent, non dissociées par la violence des collisions, chaque atome de la molécule doit avoir un mouvement vibratoire dont est incapable un atome pondérable isolé, et ces mouvements vibratoires des atomes d'un groupe doivent donner naissance aux raies brillantes dans le spectre, quand la fréquence des vibrations dans l'un quelconque des mouvements vibratoires est comprise entre 400 et 800 billions par seconde, en prenant ces chiffres comme limites de fréquence des radiations visibles.

23° Les phénomènes spectroscopiques qu'on envisage dans la théorie dynamique de la lumière donnent des spectres continus, avec un grand nombre de raies brillantes superposées aux raies fondamentales plus ou moins brillantes du spectre continu. Même quand on prend soin, dans des sources de lumière artificielle, d'éliminer l'influence de quelques-unes des substances communément appelées éléments chimiques, le nombre des raies brillantes est généralement très grand ; on n'est pas certain de pouvoir compter la totalité des raies dues probablement à un élément simple quelconque.

24° Dans un gaz monoatomique incandescent, où il y a juste un électron pour chaque atome, et où la position centrale seule permet un équilibre stable de l'électron dans l'atome, il peut y avoir seulement une raie brillante dans le spectre. Mais, en réalité, tous les gaz monoatomiques connus — vapeur de mercure, argon, hélium, néon, crypton, xenon — donnent un spectre très compliqué avec un grand nombre de raies brillantes. On en conclut que, s'il y a juste un électron pour chaque atome, il y a plusieurs positions d'équilibre stable ; ou bien il y a plusieurs électrons avec seulement la position centrale d'équilibre pour un seul d'entre eux ; ou bien il y a plusieurs électrons et plusieurs positions stables pour un seul d'entre eux dans l'atome.

25° Il semble que, dans la troisième hypothèse de plusieurs électrons et de plusieurs positions d'équilibre stable, on peut imaginer le grand nombre de raies brillantes, et la grande complexité de leur groupement dans les spectres de gaz monoatomiques.

***

26° Mais on ne peut pas poursuivre l'étude détaillée de la théorie dynamique sans avoir quelque explication raisonnablement acceptable des lois de groupement des trains de raies brillantes dans les spectres de différents éléments chimiques, qui ont été découverts expérimentalement par Runge, Kayser, Rydberg, Schuster, etc... P. M.

---

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

***Influence des dents et des encoches sur le fonctionnement des induits*** *(suite)* (1). — **R. Rüdenberg.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 4-11 août 1907.

D'après l'égalité (8), la position $x = 0$ correspond au milieu d'un pôle. Le milieu de la première bobine d'une branche d'induit, dont la coordonnée courante est $x_0$, correspond évidemment avec le milieu des $S_1$ premiers côtés de la branche considérée (fig. 4) et l'on doit remarquer que 2 côtés de bobines au moins se trouvent dans une encoche.

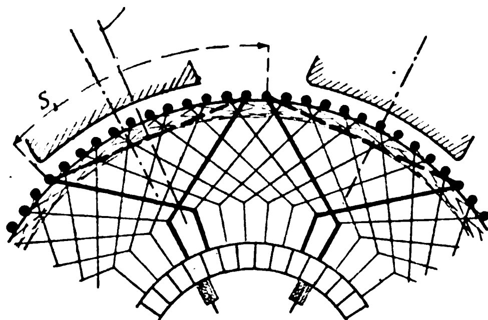



Fig. 4.

Pour $x_0 = 0$ les extrémités de la branche se trouvent donc dans la région neutre, toutes les bobines d'induit envoient leur courant dans le circuit extérieur lorsque les balais sont exactement calés.

Admettons que la largeur des balais soit exactement égale à une largeur de lamelles, et que celle-ci, projetée sur la périphérie, soit égale à $\beta_a$ centimètres. Le commencement de la première bobine de la branche considérée coïncide alors avec le bord du balai, quand $x_0 = -\frac{\beta_a}{2}$. La bobine est en court-circuit à partir du moment $x_0 = +\frac{\beta_a}{2}$ et ne fournit plus aucune tension au circuit extérieur. A ce moment la spire suivante atteint le bord du balai, et, à partir de là, nous devons considérer celle-ci comme première spire. Nous avons donc alors par la formule (18) la f. é. m. de notre induit, lorsque nous prenons seulement comme argument du cosinus les valeurs de $x$ dans l'intervalle

$$-\frac{\beta_a}{2} \leqq x_0 \leqq +\frac{\beta_a}{2}$$

et, à partir du dernier moment, tous les numéros des spires doivent être diminués d'une unité. On obtient donc, par la commutation, des pulsations de la f. é. m., dont la période est égale à la largeur de la lamelle. Puisque, d'ailleurs, il n'a été question dans tout notre développement que du bord antérieur du balai par rapport au mouvement, ce développement subsiste pour des balais plus ou moins larges.

Si les balais sont ensuite décalés jusqu'à la position la plus favorable, les limites entre lesquelles varient $x_0$ se déplacent ; leur intervalle reste sans doute toujours égal à $\beta_a$, mais la position de l'intervalle sur la sinusoïde est décalée, de telle sorte que le sommet n'est plus coupé mais une autre partie latérale. La figure 5

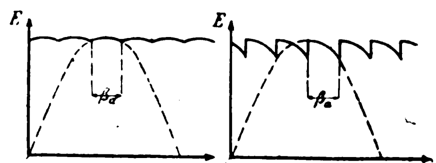



Fig. 5.

donne les courbes de f. é. m. pour différentes positions des balais ; pour la position des balais dans la ligne neutre, la courbe revient incessamment à sa valeur initiale, et le saut brusque est assez atténué par la commutation.

L'irrégularité est donc

$$\theta = \cos(x_\lambda \times 0) - \cos x_\lambda \frac{\beta_a}{2} = 1 - \cos \lambda \frac{\pi}{2} \frac{\beta_a}{\tau} \quad (20)$$

et puisque $\frac{\beta_a}{\tau}$ est très petit, on peut écrire pour de faibles valeurs de $\lambda$

$$\theta = 1 - \left[1 - \frac{1}{2}\left(\lambda \frac{\pi}{2} \frac{\beta_a}{\tau}\right)^2\right] = \frac{1}{8}\left(\lambda\pi \frac{\beta_a}{\tau}\right)^2 \cdot \quad (20a)$$

Prenons, par exemple, 20 lamelles par pôle, alors $\frac{\beta_a}{\tau} = \frac{1}{20}$ et on a pour l'onde fondamentale

(1) *Éclairage Électrique*, 28 septembre 1907, p. 443.

$$\theta = 0{,}31\,\%_0.$$

Pour la troisième harmonique l'irrégularité a donc la valeur 2,8 %; pour la cinquième 7,7 %, etc. Pour 2, $\delta$ sera donné par l'équation 20', où

$$\cos \lambda \frac{\pi}{2} \frac{\beta_a}{\tau} = -1 = \cos l\pi,$$

$\rho$ étant un nombre impair ; on a donc

$$\lambda\beta_a = 2\rho\tau. \quad (21)$$

C'est là l'harmonique supérieure de la courbe du flux, qui a la période $\beta_a$ ; il se produit alors un isochronisme entre l'harmonique supérieure et la pulsation des lamelles. Dans ce cas, l'intervalle, pendant lequel est coupée la courbe de tension par la commutation, est exactement égal à la période de cette courbe ; il ne se produit donc aucun changement de courant, l'harmonique supérieure parvient au circuit extérieur sans altération.

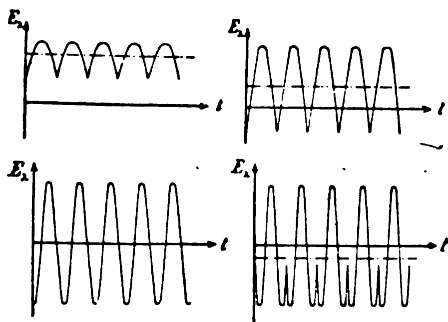


Fig. 6.

Quelques courbes de f. é. m. pour de telles harmoniques de champ après leur commutation ont été reproduites dans la figure 6. On voit que pour une valeur croissante de $\lambda$, une portion toujours plus réduite est changée en tension continue, et que celle-ci, même pour des harmoniques d'ordre plus élevé, change de signe.

Ce phénomène, d'une harmonique supérieure qui ne se trouve pas commutée, ne se produit pas nécessairement ; la condition pour cela est, d'après l'équation 21, que $\rho \frac{2\tau}{\beta_a}$ soit un nombre entier impair. Puisque le nombre de lamelles est ordinairement un multiple entier du nombre d'encoches, on a :

$$\delta = h\beta_a,$$

où $h$ est le nombre de bobines actives par encoches.

En tenant compte de l'équation 13, on tire de l'équation 21, comme condition pour que la $\lambda^e$ onde supérieure ne soit pas commutée,

$$\frac{2\tau}{\delta} = \frac{Z}{p} = \frac{\lambda}{h\rho}. \quad (21a)$$

Nous verrons bientôt que des courants de cette espèce peuvent se produire même avec une grande intensité.

Le facteur du bobinage pour la $\lambda^e$ harmonique d'un induit à courant continu (équation 19) se compose de deux parties :

$$f'_\lambda = \alpha_\lambda \frac{s}{2}$$

$$f''_\lambda = \frac{\sin S_1 \frac{\alpha_\lambda y}{2}}{S_1 \sin \frac{\alpha_\lambda y}{2}}. \quad (19a)$$

Et puisque l'écartement des côtés $s$ est presque égal au pas polaire $\tau$, pour toutes les harmoniques, $f'_\lambda$ sera à peu près $= 1$. Seuls les induits dont le pas du bobinage est fortement raccourci donne $f'_\lambda$ beaucoup plus petit que 1 et peut alors atteindre pour les différentes harmoniques des valeurs très différentes les unes des autres et qui dépendent du rapport $\frac{s}{\tau}$.

La loi de variation du deuxième facteur $f''_\lambda$ pour les différentes harmoniques est beaucoup plus intéressante.

Nous avons vu déjà que $S_1 y$ est très voisin du pas polaire et pour une recherche plus précise, nous devons tout d'abord distinguer entre les induits ayant un bobinage ondulé et ceux qui ont un bobinage imbriqué. Puisque nous avons en tout $2_a$ branches d'induit, le nombre de spires de chacune est

$$S_1 = \frac{S}{2a} = \frac{Z}{2a}. \quad (22)$$

Nous obtenons en général pour $S_1$ un nombre fractionnaire qu'il faut interpréter comme une donnée moyenne.

Pour les bobinages imbriqués, le pas du bobinage est d'après les équations 10 et 14

$$y = \pm \frac{a}{p} \delta$$

où, avec un bobinage imbriqué simple, on doit écrire

$$\frac{a}{p} = 1.$$

On aura alors

$$S_1 y = \pm \frac{\delta}{2p} = \pm \tau. \qquad (23)$$

si on introduit $\frac{Z}{p}$ dans l'équation 13. Le nombre de bobines × le pas du bobinage est donc ici exactement égal au pas polaire. Si nous introduisons cette valeur dans l'équation (19*a*) on a

$$\sin S_1 \frac{x_\lambda y}{2} = \pm \sin \frac{\lambda\pi}{2\tau} \tau = \pm 1.$$

Donc :

$$f''_\lambda = \pm \frac{1}{S_1 \sin\left(\lambda \frac{\pi}{2} \frac{m\delta}{\tau}\right)}. \qquad (24)$$

Pour de moindres valeurs de λ, on peut écrire l'argument au lieu du sinus, puisque $\frac{m\delta}{\tau}$ a toujours une très faible valeur. On a alors, d'après l'équation 23.

$$f''_\lambda = \pm \frac{1}{S_1 \lambda \frac{\pi}{2} \frac{y}{\tau}} = \pm \frac{1}{\lambda} \frac{2}{\pi} \qquad (24a)$$

et, par conséquent,

$$f_\lambda = \frac{\sin \lambda \frac{\pi}{2} \frac{s}{\tau}}{\lambda \frac{\pi}{2}}.$$

C'est là le facteur habituel des bobinages divisés. Si nous prenons pour λ des valeurs de plus en plus grandes, $f''_\lambda$ devient de plus en plus petit et décroîtra aussi loin qu'on voudra, d'après la dernière formule approchée. D'après l'équation 24, nous voyons qu'en réalité, un accroissement se produit dès que le sinus du dénominateur a atteint son maximum ; pour une certaine valeur de λ, le dénominateur sera nul, le facteur du bobinage devrait alors être infini. Ce cas particulier se produit pour

$$\lambda \frac{\pi}{2} \frac{m\delta}{\tau} = \varepsilon\pi.$$

Ou bien

$$\frac{2\tau}{\delta} = \frac{Z}{p} = m \frac{\lambda}{\varepsilon} \qquad (25)$$

où ε est un nombre entier quelconque. Si nous nous rappelons que $S_1$ doit être un nombre entier, nous reconnaissons bientôt, d'après l'équation 19*a* que, dans ce cas, le numérateur de la fraction $f''_\lambda$ deviendra nul et que nous nous trouvons en présence d'une indétermination. La différentiation donne

$$f_\lambda = \frac{S_1 \frac{x_\lambda y}{2} \cos S_1 \frac{x_\lambda y}{2}}{S_1 \frac{x_\lambda y}{2} \cos \frac{x_\lambda y}{2}} = 1. \qquad (24b)$$

Le facteur du bobinage $f''_\lambda$ atteint donc, pour toutes les ondes dont le rang satisfait à l'équation (25), sa plus haute valeur 1, tandis qu'il est seulement de $\frac{2}{\pi}$ pour l'onde fondamentale. Pour λ croissant, la courbe de variation de $f''_\lambda$ est donnée dans la figure 7. L'équation de condition 25 exprime que l'onde en question de la courbe du champ possède exactement la période correspondant à la distance des fils (ou une fraction de cette distance) et que, par conséquent, une résonance se produit entre ces deux périodes.

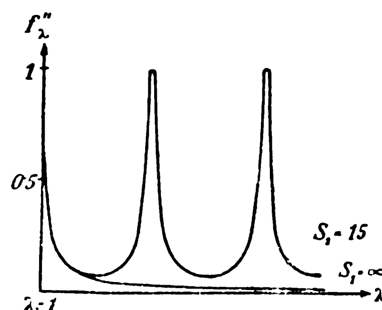



Fig. 7.

C'est une condition tout à fait semblable que celle que nous avons déjà trouvée dans l'équation 21*a* pour la commutation. Il est aussi évident que, dans ce cas, le facteur du bobinage doit posséder la valeur 1, car, si la longueur d'onde du champ supérieur est égale à la distance latérale des fils d'induit, alors la même f. é. m. sera produite dans chacun d'eux sans décalage. Dans le diagramme (fig. 3) tous les vecteurs pour cette onde supérieure ont été décalés de 360°. Relativement à toutes les ondes de la courbe du champ, celle-là paraît renforcée d'une façon très importante dans la f. é. m.

Dans les induits avec bobinage ondulés, le pas du bobinage est, d'après les équations 10 et 22,

$$y = \left(\frac{S}{p} \pm \frac{a}{p}\right)\delta = \frac{a}{p}\delta\left(\frac{S}{a} \pm 1\right) = \frac{a}{p}\delta(2S_1 \pm 1)$$

et, d'autre part,

$$S_1 y = \frac{2\delta}{2p}(2S_1 \pm 1) = \tau(2S_1 \pm 1). \qquad (26)$$

Puisque $S_1$ doit encore être entier, nous pouvons employer, pour le dénominateur de $f''_\lambda$ dans l'équation 19*a*, les mêmes considérations que pour les induits en série. Pour le numérateur, nous obtenons

$$\sin\frac{\alpha_\lambda y}{2} = \sin\lambda\frac{\pi}{2}\frac{y}{\tau} = \sin\left(\gamma\pi + \lambda\frac{\pi}{2}\frac{m\delta}{\tau}\right)$$
$$= \pm\sin\left(\lambda\frac{\pi}{2}\frac{m\delta}{\tau}\right)$$

de sorte que le facteur du bobinage est ici aussi

$$f''_\lambda = \pm\frac{1}{S_1\sin\left(\lambda\frac{\pi}{2}\frac{m\delta}{\tau}\right)}$$

où $m$ est en général un nombre fractionnaire. Pour

$$\frac{Z}{p} = m\frac{\lambda}{\varepsilon}.$$

on obtient de nouveau pour $f''_\lambda$ une forme indéterminée. Eu égard au circuit extérieur, le bobinage imbriqué et le bobinage ondulé sont équivalents quant à l'influence des harmoniques supérieures du champ. On peut encore se demander si toutes les possibilités d'égaliser le courant des tensions alternatives sont atteintes, et si certaines harmoniques supérieures ne peuvent donner naissance à des courants internes. Considérons la tension qui est induite dans les $S_2$ spires placées en série, $S_2$ représentant le nombre des spires qui se trouvent entre 2 balais.

On a

$$S_2 = \frac{S}{a} = \frac{Z}{a}.$$

Si la tension $E_f i$ est nulle, aucun courant intérieur ne peut évidemment se produire, les f. é. m. engendrées dans les $S'_1$ bobines sont toujours opposées les unes aux autres, comme cela devrait être toujours dans les bonnes machines.

Si, au contraire, $E_f i$ est différent de o, cette tension produit ou des courants dans le bobinage d'induit, ou dans les connexions terminales réunies aux balais; ces courants produisent une perte d'énergie. Pour déterminer $E_f i$ nous avons, comme précédemment, à rechercher $E_f a$; nous devons remplacer partout $S_1$ par $S_2$. On obtient alors

$$E^i_f = N_2 l v \Sigma F_\lambda f_{\lambda i} \sin\alpha_\lambda x_0 \qquad (28)$$

où le facteur du bobinage pour la tension interne est

$$f_{\lambda i} = f'_{\lambda i} \times f''_{\lambda i} = \sin\alpha_\lambda\frac{s}{2}\frac{\sin S_2\frac{\alpha_\lambda y}{2}}{S_2\sin\frac{\alpha_\lambda y}{2}} \qquad (29)$$

$f'_\lambda i$ reste le même que précédemment, tandis que $f''_\lambda i$ doit être de nouveau calculé. Dans le numérateur, par suite des équations 22 et 27, nous devons remplacer $S_2$ par $2S_1$ et nous obtenons alors pour le bobinage imbriqué, d'après l'équation 24,

$$\sin 2S_1\frac{\alpha_\lambda y}{2} = \pm\sin 2\frac{\lambda\pi}{2\tau}\tau = 0$$

pour le bobinage ondulé, d'après l'équation 26,

$$\sin 2S_1\frac{\alpha_\lambda y}{2} = \sin 2\frac{\lambda\pi}{2\tau}\tau(2S_1 \pm 1)$$
$$= \sin\lambda\pi(2S_1 \pm 1).$$

Comme ici $2S_1$ spires entières peuvent être aussi en série, on aura pour les 2 espèces de bobinage

$$f''_\lambda i = 0$$

et on n'aura alors aucun courant interne.

Une exception se produit quand le dénominateur de l'équation 29 disparaît. On déduit alors, comme précédemment, de la forme indéterminée $\frac{0}{0}$, la valeur

$$f''_\lambda i = 1 \qquad (30a)$$

pour tous les bobinages.

Nous remarquons donc que, quand la condition 25 est satisfaite, les tensions produites doivent donner naissance à des courants internes, mais à ceux-là seulement. Les f. é. m. des 2 branches successives sont en série, et ne peuvent donc produire aucun effet sur le circuit extérieur. Si l'équation 25 n'est pas tout à fait satisfaite, on n'a pas de courants internes, mais les tensions engendrées agissent par le collecteur sur le circuit extérieur. On voit facilement que, dans beaucoup de cas, pour les mêmes valeurs de λ, les équations 21*a* et 25 sont satisfaites, c'est-à-dire pour les mêmes harmoniques. S'il ne se produit aucune résonance exacte de l'onde avec la distance des fils (v. éq. 25) alors la tension extérieure possède une forme sinusoïdale à peu

près rigoureuse puisqu'elle ne se trouve pas commutée. Il en résulte certaines différences entre les induits avec bobinages imbriqués et bobinages ondulés puisque pour les premiers *m* est un nombre entier et pour les derniers un nombre fractionnaire.

Quoique l'intensité des harmoniques supérieures de la courbe du champ, qui ne peuvent donner lieu à la résonance, soient en général assez faibles, elles peuvent néanmoins produire des courants internes importants.

Lorsque le facteur du bobinage est $\frac{\pi}{2}$ fois aussi grand que celui de l'onde fondamentale (fig. 7), alors la f. é. m. agit seulement sur la très faible résistance de l'induit.

Pour donner un exemple, nous pouvons admettre que l'amplitude de l'onde supérieure du flux soit seulement $\frac{1}{1\,000}$ de l'onde fondamentale, mais il arrive, par exemple, avec des courbes de champ défectueuses que ce rapport est beaucoup plus grand. Les f. é. m. sont dans le rapport $\frac{\pi}{2 \times 1\,000}$. La perte de tension du courant principal dans l'induit s'élève à 2 % et l'amplitude du courant alternatif interne s'élève à

$$\frac{\frac{\pi}{2\,000}}{0{,}02} = 0{,}079 \quad \text{soit} \quad 7{,}9\,\%$$

du courant total à pleine charge. Ce rapport est évidemment trop fort, puisqu'il en résulte une élévation notable des pertes à vide, mais, d'autre part, il faut noter que la self-induction empêche que l'on arrive à cette limite supérieure.

*(A suivre.)* R. R.

---

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Sur l'influence des pôles auxiliaires de commutation sur la marche des génératrices et des moteurs à courant continu.*** — **Hermann Zipp.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 8 septembre 1907.

L'auteur se propose d'étudier, par une méthode très simple, l'effet produit par la réaction d'induit, cette question déjà ancienne ayant été remise à l'ordre du jour par suite de l'emploi des pôles auxiliaires qui servent justement à combattre cette réaction.

Prenons d'abord le cas d'une génératrice à vitesse constante : si l'on désigne par $N_1$ le flux inducteur, $N_2$ le flux dû à la réaction d'induit, le flux résultant $N_r$ devra, pour obtenir une commutation parfaite, être perpendiculaire dans l'espace à la ligne des balais, c'est-à-dire au flux $N_2$ qui a même direction (1) ; l'on en déduit :

$$N_r = \sqrt{N_1^2 - N_2^2}. \qquad (1)$$

La force électromotrice induite E sera proportionnelle à $N_r$, pour une vitesse donnée, et les balais seront décalés dans le sens de la rotation, par rapport à la ligne neutre théorique, d'un angle $\alpha$ tel que $\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_2}{N_r}$.

Cette force électromotrice E diminuera donc quand le courant de l'induit I augmentera, et la puissance de la machine passera manifestement par un maximum.

D'autre part, pour ne pas avoir une chute de tension trop grande en charge, il faut que $N_2$ ne soit pas trop fort, c'est-à-dire que la machine ait une réaction d'induit peu élevée, ce qui conduit à de grandes vitesses de rotation, le nombre de spires induites étant ainsi limité.

L'emploi des pôles de commutation remédie à ces inconvénients ; en effet, les ampère-tours de ces pôles sont égaux et opposés aux ampère-tours $N_2$ de l'induit, de telle sorte que, dans ce cas, la formule (1) se réduit à

$$N_r = N_1$$

Il en résulte que :

1° Les ampère-tours $N_2$ peuvent être aussi élevés qu'on le veut, sans pour cela produire de chute de tension (2).

2° La puissance utile croît presque proportionnellement au courant, puisque la chute de tension due à la réaction d'induit est évitée ; cette puissance est donc supérieure à celle obtenue sans pôles de compensation.

---

(1) En toute rigueur, cette composition des flux n'est justifiée qu'avec une machine à inducteur sans pôles saillants (genre Leblanc-Déri) ; pour une machine ordinaire on ne peut la considérer que comme une première approximation, suffisante pour une discussion qualitative. (N. D. T.)

(2). L'avantage des machines à forte réaction d'induit consiste surtout en leur puissance massique élevée. Cet avantage a été notamment mis en évidence par M. Leblanc. (*Éclairage Électrique*, tome XVII, 10 décembre 1898, page 427). (N. D. T.)

3° La position des balais est invariable et coïncide avec la ligne neutre théorique, l'action des ampère-tours $N_2$ étant annulée.

En passant, l'auteur fait remarquer qu'il existe une relation très simple entre l'angle $\alpha$ de décalage des balais (pour une machine bipolaire théorique) et la résistance R du circuit extérieur de charge ; en effet, d'après le triangle rectangle $N_1$ $N_2$ $N_r$ qui nous a déjà fourni l'égalité (1), l'on a

$$\cot g\, \alpha = \frac{N_r}{N_2} = C\frac{E}{I} = C_1 + C_2 R \qquad (2)$$

C, $C_1$, $C_2$ étant des constantes appropriées.

Dans le cas d'un moteur shunt ou à excitation séparée, un raisonnement analogue montre qu'en supposant la commutation parfaite obtenue au moyen d'un décalage $\alpha$ en arrière du sens de rotation, tel que $\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_2}{N_r}$, le couple proportionnel alors à $N_r I$ passe par un maximum au fur et à mesure que I augmente. Au contraire, l'emploi de pôles auxiliaires de commutation rend le couple proportionnel à ce courant, et augmente ainsi la capacité de surcharge du moteur. Pour un moteur série, l'effet est le même, quoique moins important, car $N_1$ augmente en même temps que $N_2$.

Il reste encore à étudier l'influence de la charge sur la vitesse d'un moteur, avec et sans pôles auxiliaires.

C'est ce que fait l'auteur au moyen de diagrammes simples et connus, mais l'on peut analyser facilement comme suit l'effet produit par les pôles de commutation.

Supposons que l'on trace les courbes caractéristiques du moteur en fonction du courant I ; à égalité de courant, le même moteur tournera à une vitesse plus grande sans pôles de commutation, car le flux résultant est alors plus faible, d'après ce qui a été dit plus haut, et la force contre-électromotrice doit rester la même.

Finalement, si l'on veut obtenir *un couple donné,* le moteur avec pôles de commutation tournera en général un peu plus vite que le moteur sans pôles de commutation, mais prendra un courant plus faible d'environ 28 % ; son rendement sera donc supérieur.

J. B.

***Étude du fonctionnement des moteurs monophasés*** *(suite)* (1). — **H. Görges.** — *Elektrotechnische Zeitschrift,* 1er août 1907.

II

Pour montrer l'emploi général des lois trouvées, l'auteur les applique aux différents types de moteurs.

1° En premier lieu, l'auteur fait l'étude générale du *moteur d'induction* (fig. 15). On choisit

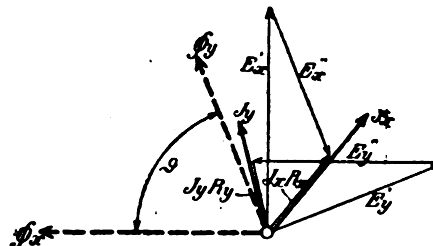



Fig. 15.

d'abord, d'une façon tout à fait arbitraire, la grandeur et la phase des flux d'induction $\Phi_x$ et $\Phi_y$. On peut ensuite, sans difficulté, déterminer les deux forces électromotrices dans l'enroulement X et dans l'enroulement Y. La somme géométrique de chaque paire de forces électromotrices correspondantes, divisée par la résistance R de l'enroulement, donne l'intensité de courant dont la phase doit coïncider avec celle de la résultante. On obtient ensuite le couple D, et, en multipliant la valeur de celui-ci par la vitesse angulaire, on trouve la puissance mécanique $L_m$. Ensuite, il n'est pas difficile de déterminer la chaleur Q dégagée dans le rotor, et la puissance totale transmise au rotor.

$$L = L_m + Q.$$

Les formules à employer pour le moteur d'induction sont les suivantes :

$$\left.\begin{aligned}
D &= \frac{\varepsilon^2}{2\pi}\frac{N^2}{R}\nu\left[2\Phi_x\Phi_y \sin\theta - (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\,\rho\right] \\
L_m &= \varepsilon^2 \frac{N^2}{R}\nu^2\left[2\Phi_x\Phi_y \sin\theta - (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\,\rho\right]\rho \\
Q &= \varepsilon^2 \frac{N^2}{R}\nu^2\left[-4\rho\Phi_x\Phi_y \sin\theta + (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)(1 + \rho^2)\right] \\
L &= \varepsilon^2 \frac{N^2}{R}\nu^2\left[-2\rho\,\Phi_x\Phi_y \sin\theta + (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\right].
\end{aligned}\right\}(9)$$

Dans ces formules, $\varepsilon$ désigne à nouveau une

(1) *Éclairage Électrique,* t. LII, 31 août 1907, page 302.

constante, N le nombre de tours d'enroulement et R la résistance de chacun des enroulements du rotor, $\nu$ la fréquence, $\theta$ le déphasage entre $\Phi_x$ et $\Phi_y$, et enfin $\varphi$ le rapport entre la vitesse vraie et la vitesse du synchronisme.

Si l'on emploie des appareils Ferraris, on peut voir que le couple dans ces appareils a pour valeur

$$D = \frac{\varepsilon^2}{2\pi}\frac{N^2}{R}\nu \times 2\Phi_x\Phi_y \sin\theta \qquad (10)$$

et qu'un déphasage artificiel de 90° du courant sur la tension dans la bobine de tension est nécessaire pour transformer le sin $\theta$ en un cos $\varphi$. Dans les compteurs, il intervient un terme d'erreur :

$$\text{constante}\,(\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\,\varphi.$$

Il est donc nécessaire que la valeur de $\varphi$ soit faible, c'est-à-dire que la vitesse maxima du compteur ne soit qu'une petite fraction de la vitesse de synchronisme.

Pour des courants diphasés, on a :

$$\left.\begin{array}{l} \Phi_x = \Phi_y = \Phi \\ \theta = 90^\circ. \end{array}\right\} \qquad (11)$$

Il en résulte les valeurs :

$$\left.\begin{array}{l} D = \frac{\varepsilon^2}{\pi}\frac{N^2}{R}\nu\Phi^2(1-\varphi) \\ \quad = C\nu\Phi^2(1-\varphi) \\ L_m = 2\pi C\nu^2\Phi^2(1-\varphi)\varphi \\ Q = 2\pi C\nu^2\Phi^2(1-\varphi)^2 \\ L = 2\pi C\nu^2\Phi^2(1-\varphi) \end{array}\right\} \qquad (12)$$

et aussi

$$\frac{Q}{L} = (1-\varphi). \qquad (13)$$

Pour du courant monophasé, on peut faire l'hypothèse fondamentale que le flux transversal $\Phi_y$ est proportionnel au flux principal $\Phi_x$ et à la $\varphi$, et présente un déphasage d'environ 90° par

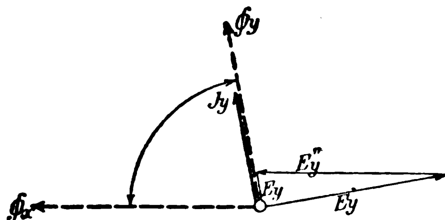



Fig. 16.

rapport à $\Phi_x$. Si l'on prend arbitrairement (fig. 16) $\Phi_y$ en grandeur et en phase, on détermine ainsi le vecteur $J_y$ qui doit avoir à peu près la même phase que $\Phi_y$. L'enroulement Y étant court-circuité, la f. é. m. résultante

$$E_y = RJ_y$$

doit aussi avoir la même phase. Cette f. é. m. est égale à la somme des vecteurs de $E'_y$ et de $E''_y$. Le flux $\Phi_x$ est en phase avec $E''_y$. De la relation

$$E'_y = E''_y \sin\theta.$$

on déduit directement, avec (2), la relation

$$\Phi_y = \varphi\Phi_x \sin\theta. \qquad (14)$$

Pour déterminer $\theta$, on a la formule

$$\mathrm{tg}\,\theta = \frac{0{,}4\pi\sqrt{2}\,10^{-8}\,\nu N^2}{R}\,\frac{1}{\rho}, \qquad (15)$$

dans laquelle $\rho$ désigne la réluctance magnétique opposée au flux $Y_1$. si l'on pose

$$\sin\theta = 1,$$

les formules prennent la forme suivante :

$$\left.\begin{array}{l} D = \frac{\varepsilon^2}{2\pi}\frac{N^2}{R}\nu\Phi_x^2(1-\varphi^2)\varphi \\ \quad = C\nu\Phi_x^2(1-\varphi^2)\varphi \\ Q = 2\pi C\nu^2\Phi_x^2(1-\varphi^2)^2 \\ L_m = 2\pi C\nu^2\Phi_x^2(1-\varphi^2)\varphi^2 \\ L = 2\pi C\nu^2\Phi_x^2(1-\varphi^2). \end{array}\right\} \qquad (16)$$

On en déduit la valeur

$$\frac{Q}{L} = (1-\varphi^2) \qquad (17)$$

ou, si le glissement $(1-\varphi) = s$ est faible,

$$\frac{Q}{L} = 2s. \qquad (18)$$

La chaleur Joule, comptée en pour cent, est donc deux fois plus grande que dans le moteur polyphasé.

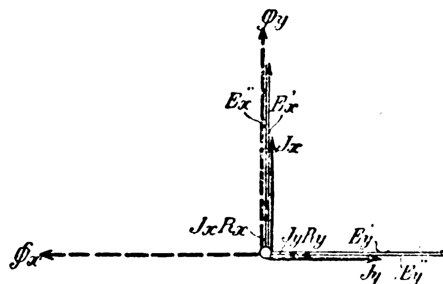



Fig. 17.

Le diagramme du moteur polyphasé est indiqué par la figure 17 ; $E''_x$ est exactement opposée

à $E'_x$ et $E''_y$ directement opposée à $E'_y$. Les forces électromotrices résultantes

$$E_x = RJ_x$$
$$E_y = RJ_y$$

tombent donc dans les axes Y et X, diminuent quand la vitesse augmente, sont nulles au synchronisme et deviennent négatives au delà du synchronisme. Dans ce dernier cas, le moteur devient générateur, parce que les courants et, avec eux, les couples changent de sens.

2° Si l'on ne court-circuite pas les enroulements, mais si l'on maintient entre leurs extrémités une différence de potentiel, on peut (fig. 18), en choisissant convenablement la phase des tensions $P_x$ et $P_y$, donner aux intensités de courant $J_x$ et $J_y$ un déphasage en avant tel que le déphasage disparaisse dans l'induit primaire ; c'est le principe de compensation de Heyland.

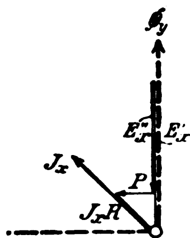


Fig. 18.

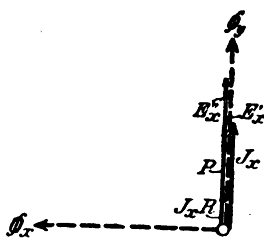


Fig. 19.

Pour cela, il ne faut que de faibles tensions. On peut encore, comme l'ont fait Winter et Eichberg, rendre variables les tensions agissantes. En effet, en partant de l'équation des valeurs instantanées

$$e' + e'' = Ri + p, \qquad (19)$$

$p$ étant la tension, la somme géométrique.

$$[E' + E'' - P]$$

doit être égale au vecteur RJ et, pour un couple donné, on a la somme géométrique $[E'' - P]$ au lieu de $E''$. Si l'on donne la phase exactement à P opposée à $E''$, on a, au lieu de la somme géométrique, la somme $E'' + P$ (fig. 19). Pour un état de charge donné, $E''$ doit alors devenir d'autant plus petit que P est rendu plus grand, et, comme la valeur de $E''$ est proportionnelle à la vitesse, on a un moyen de faire tourner le moteur à la vitesse voulue en modifiant P.

Avec des courants polyphasés, on peut régler à volonté la phase de la tension P en décalant les balais. On peut ainsi effectuer la compensation pour le facteur de puissance unité, ou bien régler la vitesse, ou faire les deux ensemble. Pour la compensation du déphasage, il faut une tension dont la phase soit à 90° de celle de $E'$ ; pour régler la vitesse, il faut, au contraire, une tension dont la phase concorde avec celle de $E'$.

On peut appliquer aussi les deux procédés au moteur monophasé. Si l'on place dans l'axe X et dans l'axe Y des balais, et si l'on court-circuite chaque paire, on obtient le moteur d'induction ordinaire. Pour réaliser la compensation, on peut utiliser l'enroulement Y en faisant agir entre les balais Y une faible différence de potentiel proportionnelle à la différence de potentiel du moteur et en phase avec elle, car alors la tension a un déphasage d'environ 90° sur les forces électromotrices $E'_y$ et $E''_y$. Si, au contraire, on veut faire varier la vitesse, il faut faire agir entre les balais X une tension variable, car alors la tension et les forces électromotrices $E_x$ et $E_x$ sont en phase. La seconde disposition a été employée par Winter et Eichberg qui, au lieu d'alimenter l'enroulement Y du rotor avec un courant égal ou proportionnel au courant du stator, l'alimentent avec un courant proportionnel à la tension primaire et en phase avec lui (fig. 20). On obtient ainsi un moteur fonctionnant

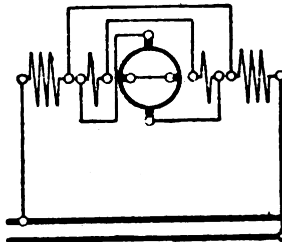


Fig. 20.

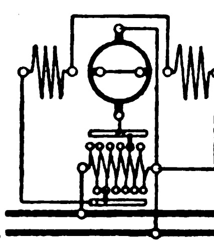


Fig. 21.

avec une vitesse constante réglable. On peut d'ailleurs aussi régler la tension au moyen d'un transformateur à rapport variable. Un moteur du même genre a été imaginé par Fynn (fig. 21). Celui-ci ne se distingue du moteur de Eichberg que par la façon dont la tension auxiliaire est prise. Ces moteurs ne peuvent pas démarrer sous charge. On modifie les connexions pour le démarrage.

Les moteurs d'induction ont tous la propriété que leur vitesse de rotation varie peu avec le couple.

Dans les moteurs à enroulement rotorique

court-circuité, la vitesse de rotation est voisine du synchronisme ; dans les moteurs dont il vient d'être question, elle est plus élevée ou plus faible, suivant la tension auxiliaire.

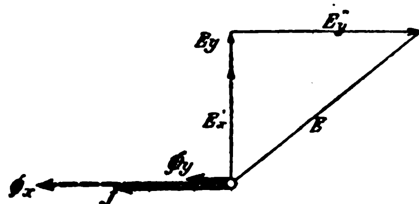


Fig. 22.

3° Le diagramme du *moteur série* (fig. 22) représente les flux $\Phi_x$ et $\Phi_y$ en phase. Les vecteurs des forces électromotrices statiques $E'_x$ et $E'_y$ de l'enroulement statorique sont décalés de 90° ; il en est de même de la f. é. m. dynamique $E''_y$. La f. é. m. résultante E fait, avec l'intensité de courant J, un angle qui s'approche d'autant plus de la valeur idéale de 180° que $(E'_x + E'_y)$ a une valeur plus petite et que $E''_y$ a une valeur plus grande. On peut annuler $E'_y$ (fig. 23) par un enroulement compensateur approprié placé sur le rotor, dans lequel passe un courant proportionnel au courant induit. La valeur de $E''_y$ croît avec la vitesse. Le facteur de puissance croît avec la vitesse de rotation du moteur et atteint en pratique des valeurs très élevées. Richter a montré que les courants de court-circuit qui prennent naissance pendant la commutation modifient sensiblement ce diagramme (fig. 24) ; le facteur

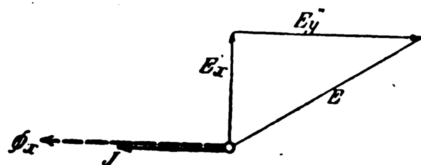


Fig. 23.

de puissance qui, au démarrage, devait être aussi petit que possible, est sensiblement augmenté, et il se produit un échauffement des conducteurs court-circuités. On emploie souvent des jonctions résistantes entre l'enroulement et les lames du collecteur ; ces résistances sont généralement placées dans les encoches et peuvent être prévues pour produire des forces électromotrices utiles. Pour obtenir une bonne commutation, les ateliers Siemens-Schuckert disposent un enroulement supplémentaire sur des pôles de commutation. Comme on le sait déjà, le flux ainsi produit doit être déphasé d'environ 90° par rapport au flux principal. Il ne se produit qu'un couple engendré par $\Phi_x$ et $J_y$ ; ce couple peut atteindre, à toutes les vitesses, une grandeur importante, car $\Phi_x$ et $J_y$ ont à peu près la même phase. Le couple total produit par le moteur est toujours de nature pulsatoire.

4° Si, en plaçant la jonction du court-circuit dans l'axe des X du moteur série, on transforme ce dernier en moteur Latour, ou Winter-Eichberg, le fonctionnement des différents enroulements est entièrement modifié. A l'arrêt, les enroulements X sur le stator et le rotor forment un transformateur court-circuité ; il ne peut donc

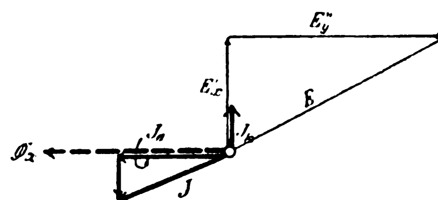


Fig. 24.

agir qu'une faible différence de potentiel sur l'enroulement statorique. Au contraire, l'enroulement Y du rotor agit comme une bobine de self-induction, car aucune bobine ne lui est opposée. Elle développe une f. é. m. importante d'induction statique $E'_y$, et sa différence de potentiel aux bornes a une valeur élevée. Le diagramme (fig. 25) indique à l'arrêt un faible

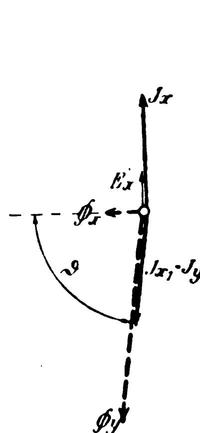


Fig. 25.

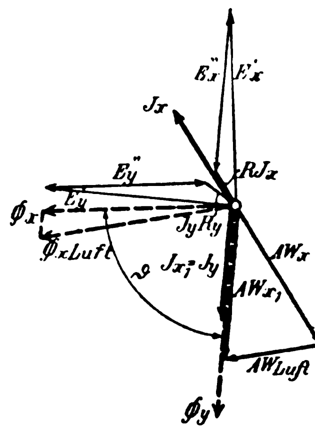


Fig. 26.

flux $\Phi_x$ qui produit une faible f. é. m. $E'_x$. L'enroulement X étant court-circuité, il y passe un courant $J_x$ de grande intensité. L'intensité du courant rotorique $J_x$, qui passe aussi dans l'enroulement Y du rotor, et qui produit le flux $\Phi_y$,

est proportionnelle à $J_x$ et déphasée d'environ 180° par rapport à $J_x$. Le flux $\Phi_y$ produit, avec $J_x$, un couple énergique en sens négatif, puisque les deux composantes sont déphasées d'environ 180°. Au contraire, l'autre couple est très faible.

En fonctionnement (fig. 26), les forces électromotrices de rotation interviennent. L'enroulement X restant court-circuité sur le rotor, la somme géométrique de $E'_x$ et $E''_x$ doit être très faible. Si l'on pose approximativement

$$E'_x + E''_x = 0, \qquad (20)$$

on voit, d'après ce qui précède, que l'on doit avoir

$$\Phi_x = \nu \cdot \Phi_y, \qquad (21)$$

et, en outre, que $\Phi_x$ doit être déphasé de 90° en arrière de $\Phi_y$. On peut remarquer en passant que l'expression exacte de $\Phi_x$ est la suivante :

$$\Phi_x = \text{constante} \times \nu\Phi_y \sin\theta. \qquad (22)$$

Dans cette expression, $\theta$ est le déphasage constant qui existe à toutes les charges entre $\Phi_x$ et $\Phi_y$ ; l'angle de déphasage est donné par la formule

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{0{,}4\pi \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-8} \cdot \nu M^2}{R}\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_2}\right), \qquad (23)$$

les lettres ayant les mêmes significations que dans la formule (15), et $\rho_2$ désignant la réluctance rencontrée par le flux de dispersion dans le rotor. L'auteur rappelle ces formules pour montrer la similitude existant entre les expressions correspondantes relatives au moteur d'induction monophasé et au moteur de Latour et Winter-Eichberg.

Le flux $\Phi_x$ étant à peu près proportionnel à la vitesse, $\Phi_{x1}$ croît aussi proportionnellement dans le stator. La tension aux bornes du stator doit donc croître avec la vitesse. D'autre part, la rotation engendre dans l'enroulement Y une f. é. m. $E''_y$ proportionnelle à $\Phi_x$ et en phase avec $\Phi_x$ ; cette f. é. m. agit à l'opposé de la f. é. m. $E'_y$, déphasée de 90° sur $\Phi_y$. Il y a donc à peu près compensation entre les deux forces électromotrices, quand on a $\nu\,\Phi_x = \Phi_y$.

$$\nu\Phi_x = \Phi_y.$$

Or, d'après l'équation (21), on a

$$\Phi_x = \nu\Phi_y.$$

on doit donc avoir, pour la compensation,

$$\nu = 1,$$

c'est-à-dire que le moteur tourne à la vitesse du synchronisme. La différence de potentiel entre les balais Y diminue de plus en plus quand la vitesse croît, jusqu'à ce que celle-ci ait atteint le synchronisme. De cette action compensatrice, il résulte que le moteur peut fonctionner sans déphasage entre le courant et la tension, et même avec déphasage négatif. En outre, comme au voisinage du synchronisme les flux $\Phi_x$ et $\Phi_y$ sont à peu près égaux et déphasés d'environ 90°, il se forme un flux tournant particulièrement favorable à la commutation. Le courant $J_x$ dans le rotor est déphasé de 90° par rapport à $\Phi_x$ à l'arrêt; quand la vitesse croît, il se produit un déphasage en avant $\alpha$ par rapport à la position correspondant à l'arrêt; l'angle $\alpha$ est donné par la formule

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{N_y J_y}{N_x J_x}\nu \qquad (24)$$

Quand $\Phi_x$ croît, il faut aussi un nombre d'ampère-tours croissant pour produire cette aimantation dans l'air, et, comme $AW_{x1}$ doit rester en phase avec $\Phi_y$, le vecteur de $J_x$ doit s'incliner vers la gauche quand $AW_L$ croît. Le couple $(\Phi_y J_x)$ est grand tant que $\alpha$ n'a pas une valeur trop élevée ; l'autre couple $(\Phi_x F_y)$ est petit à toutes les vitesses, parce que le déphasage entre $\Phi_x$ et $J_y$ est à peu près de 90°. Le couple résultant est donc toujours fortement pulsatoire.

*(A suivre.)* B. L.

***Un phénomène particulier aux générateurs mono et polyphasés.* — E. Punga et W. Hess.**
— *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 11 août 1907.

Ce phénomène est caractérisé par ce fait que les paliers des machines à grande vitesse sont rapidement rongés et que souvent on peut mesurer une petite f. é. m. entre l'arbre et le palier lui-même, et il est curieux de constater que la couche d'huile n'est pas un isolant même pour cette f. é. m. de faible valeur.

Le phénomène a été surtout remarqué dans les machines commandées par des turbines à vapeur, et en général dans toutes les machines à grande vitesse on constate cette f. é. m. dans une mesure telle qu'on est obligé de chercher à isoler le palier du bâti.

Voici comment cette f. é. m. se produit. Les figures 1 et 2 montrent un générateur à 4 pôles dans lequel le stator est divisé en 2 parties. La

seule partie du joint des deux moitiés du stator se comporte magnétiquement comme un petit entrefer (*a*, *a*) qui se trouve placé normalement à la direction du flux dans le stator. Dans la figure 1 le champ est distribué de telle sorte qu'aux points *a*, *a*, existe une saturation maxima. Si nous considérons à présent le flux de force qui traverse l'entrefer et les dents, il se partage entre les côtés I et II (fig. 1); on voit qu'il existera en I un flux plus fort qu'en II, parce que la résistance magnétique du côté I est plus petite que celle de II. Dans I on a un flux

$$\frac{M}{2} + M_w \text{ et dans II le flux } \frac{M}{2} - M_w$$

où M est le flux du rotor par pôle en megawebers.

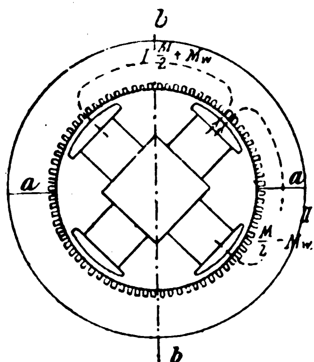



Fig. 1.

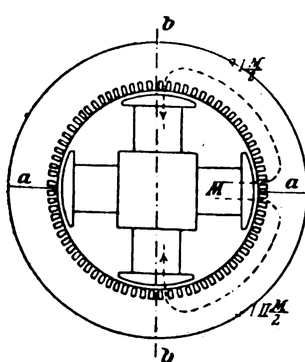



Fig. 2.

Dans la figure 2 le champ se place donc de telle sorte que l'entrefer *a*, *a*, ne produit aucune différence entre les 2 parties I et II et il en résulte que les flux des 2 parties seront alors égaux à $\frac{M}{2}$. Évidemment le flux total $M_w$ coupe le rotor entier perpendiculairement à la direction de l'arbre pendant le même temps que le rotor met à se déplacer de la position I à la position II. Si nous représentons ce temps par $x$ on reconnaît que, dans une deuxième portion du temps $x$, un même flux $M_w$ doit avoir été engendré et ce flux a donc aussi coupé l'arbre. On peut à présent déterminer facilement le nombre de périodes de cette tension. A une pleine période appartiennent évidemment 4 divisions $x$ et cela correspond exactement à une période de la tension du stator. Donc la tension de l'arbre et la tension aux bornes ont le même nombre de périodes. Si nous admettons à présent que cette tension de l'arbre suit une loi sinusoïdale, nous obtenons

$$\text{tension d'arbre} = 4{,}4 \times f \times M_w \times 10^{-8} \quad (1)$$

où $f$ représente le nombre de périodes du générateur, $M_w$ le flux supplémentaire dans la division I (fig. 1).

On verra, dans ce qui suit, comment on a effectué le calcul pour un générateur à 4 pôles qui fut essayé au laboratoire d'essais de la Soc. Alioth à Bâle avec un entrefer un peu exagéré pour permettre de fixer son influence. Dans le tableau I on trouvera le courant d'excitation, le flux du rotor par pôle et l'induction magnétique du rotor en admettant une distribution tout à fait régulière des lignes de forces.

TABLEAU I

1 mm. entrefer.

| COURANT EXCITATION | FLUX | B NOYAU ROTOR | $B_{max}$ | $B_{min}$ | $M_w$ | VOLT CALC. | VOLT MESURÉ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 14,5 | 2 590 | 3 800 | 1 380 | 3,4 | 5 | 5,3 |
| 40 | 27,3 | 4 870 | 7 350 | 2 490 | 6,8 | 10 | 10,5 |
| 60 | 39,7 | 7 100 | 10 200 | 4 000 | 8,7 | 12,75 | 12 |
| 80 | 47 | 8 400 | 11 300 | 5 500 | 8,15 | 12 | 12 |
| 100 | 52 | 9 300 | 12 000 | 6 600 | 7,55 | 11 | 12 |
| 120 | 56 | 10 000 | 12 500 | 7 500 | 7 | 10,3 | 12 |

Si nous admettons qu'entre les deux moitiés du stator on place un isolant de 1 millimètre d'épaisseur, on peut alors calculer quelle irrégularité se produit dans la répartition des lignes

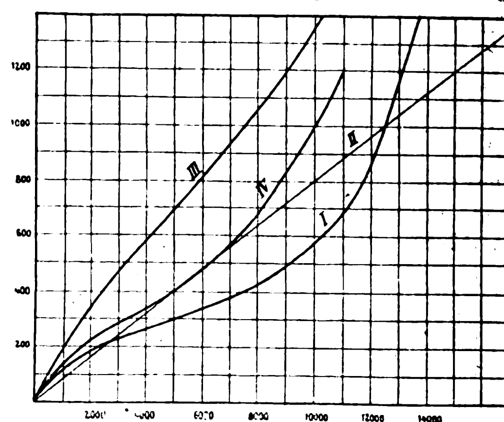



Fig. 3. — I, Amp. tours pour le parcours I; II, Amp. tours pour le joint dans le parcours II; III, Amp. tours pour le parcours II (en fonction des densités magnétiques); IV, Inductions moyennes dans l'induit en fonction des amp. tours nécessaires pour l'induit.

de force. Dans la figure 3 sont portées en abs-

cisses les densités magnétiques et les ordonnées, l'excitation requise en ampère-tours, pour la partie des lignes de force dans le rotor, d'un pôle à l'autre. On a utilisé une courbe normale de saturation magnétique pour les tôles de fer ; d'après le dessin on adopta une longueur moyenne des parcours de 113 centimètres. La courbe II montre les A. T. pour l'entrefer d'un millimètre, la courbe III (dont les ordonnées sont la somme de I et II) donne les ampère-tours pour le parcours des lignes de force dans le rotor, quand il y a dans ce parcours un entrefer d'un millimètre. La saturation moyenne résultant de chaque courant d'excitation doit évidemment se trouver entre les courbes I et III et est représentée par la courbe IV.

Pour les densités magnétiques moyennes inscrites dans la table on peut à présent prendre la densité maxima et minima. Finalement le flux $M_w$ sera déterminé par la section du stator 2750 millimètres carrés, et la demi-différence

$$\frac{B_{max} - B_{min}}{2}$$

et la tension d'arbre sera déterminée d'après la formule 1 (avec $f = 33,3$) Cette tension est

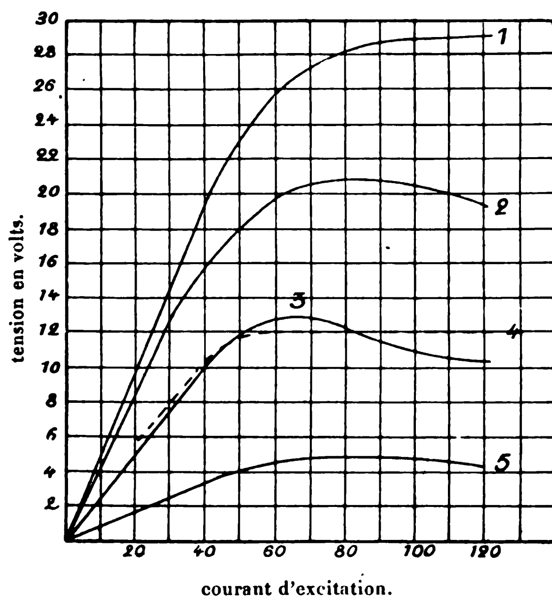



Fig. 4. — I, 20mm entrefer au joint; II, 4mm entrefer au joint; III, 1mm entrefer au joint (calculé); IV, 1mm entrefer au joint (mesuré); V, plus petit entrefer possible prat.

portée dans la figure 4 en fonction du courant d'excitation.

On a ainsi les valeurs calculées de la tension d'arbre pour les entrefers 1,4, 20 millimètres, et pour contrôler le calcul à la machine indiquée plus haut avec 1 millimètre d'entrefer on a mesuré la tension d'arbre. Comme cela a été déjà mentionné, on a établi pour le calcul une courbe normale de perméabilité, et des écarts aux saturations élevées on conclut que la perméabilité du fer était meilleure qu'on ne l'avait admis dans le calcul.

De plus, on constaterait sûrement une tension d'arbre, même si les deux moitiés du stator étaient très exactement ajustées et réunies, car il est évident qu'on ne pourrait jamais obtenir ainsi un entrefer absolument nul.

La courbe observée serait obtenue par le calcul si on admettait un entrefer de 1/4 de millimètre, ce qui correspond à peu près à la résistance magnétique des joints pratiquement vérifiée. En comparant ces deux courbes, on voit que la tension d'arbre maxima de 4,6 volts avec 0mm,25 d'entrefer s'élève à 12 volts avec 1 millimètre.

Pour un intervalle du stator de 4 millimètres, la tension d'arbre maxima s'élève à 20,5 volts, à 20 millimètres cette tension s'élève à 29 volts. Les valeurs maxima des tensions d'arbre sont portées dans la figure 5 en fonction de l'entrefer et il résulte de cette courbe qu'avec cette machine la tension d'arbre (avec $f = 33,3$) peut s'élever jusqu'à un maximum de 30 volts.

La question se pose encore de savoir comment se produit le phénomène pour des machines d'un nombre de pôles différent.

Si nous supposons, comme précédemment, la carcasse divisée en deux parties, on voit qu'avec des machines à 2 pôles une tension d'arbre ne pourrait se produire et dans le cas où elle se produirait, il faudrait l'attribuer à une inégale répartition des flux. Par contre, on constatera cette tension d'arbre à toutes les machines à $4m$ pôles.

Par exception, on pourrait encore prévoir une autre division de la carcasse. Une machine aurait $2p$ pôles et la carcasse serait divisée en $n$ parties, on aurait alors une tension à l'arbre, chaque fois que $\frac{2p}{n}$ sera en nombre entier pair.

On reconnaît déjà, par la formule, que la tension dépend du flux de force par pôle et qu'elle se produira beaucoup plus dans les machines à grande vitesse.

Il reste à étudier comment on se débarrasserait par des moyens simples de cette tension.

Le remède serait de faire la résistance magnétique aussi faible que possible, mais il serait bien difficile de réduire la résistance magnétique du joint *a* à o. Un remède plus efficace serait de choisir le nombre de divisions de telle sorte que $\frac{2p}{n}$ ne soit pas pair et en veillant à ce que tous les parcours aient une même résistance magnétique. Ainsi par exemple, dans le type à 4 pôles dont nous venons de parler, on éviterait cette tension d'arbre en plaçant deux joints nouveaux dans le stator, dans une direction perpendiculaire aux deux premiers.

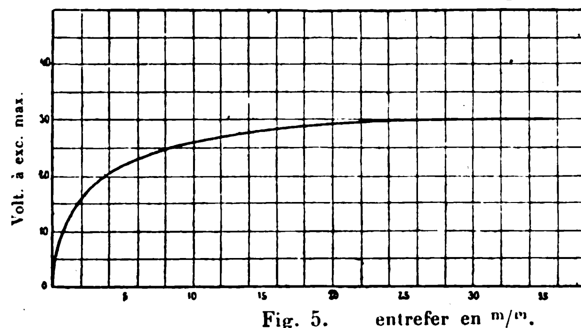
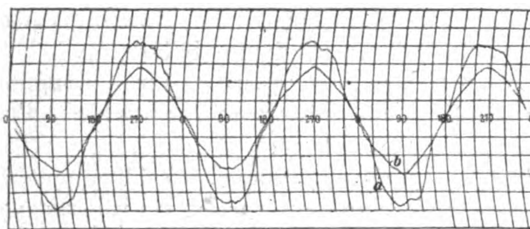


Fig. 5. entrefer en m/m.


Fig. 6. — *a*, tension d'arbre; *b*, tension de la machine.

La forme des courbes de la tension d'arbre mesurées avec une distance d'air minima (fig. 4) ont été relevées au moyen d'un oscillographe et reproduites dans la figure 6. L'auteur s'est demandé si cette tension d'arbre qui agit défavorablement dans les générateurs ordinaires, ne pourrait pas être pratiquement utilisée et on peut remarquer qu'il serait intéressant, pour quelques applications de pouvoir réaliser de telles machines pour un voltage donné. On pourrait les utiliser pour l'électrochimie où on désire de grandes intensités et de faibles tensions.

Tous ceux qui connaissent le calcul des machines à courant alternatif, savent quelles difficultés on rencontre pour calculer et exécuter des machines à faible tension et grande intensité. C'est par exemple impossible pour de grandes vitesses. Dans la plupart des cas, on est contraint d'exécuter les machines pour haute tension et de transformer ensuite celle-ci.

Si on utilise par contre la tension de l'arbre, on peut obtenir un générateur d'un type particulier. Il n'aurait aucun bobinage d'induit, donc aucune encoche; les tôles du stator seraient placées dans des positions symétriques pour former l'entrefer intermédiaire. Comme bobinage d'induit, l'arbre serait utilisé et on y placerait un certain nombre de balais en cuivre pour capter le courant de grande intensité.

Les paliers devraient être isolés du bâti. Lors même que cette machine n'aurait pas d'application pratique, il serait encore assez intéressant de la comparer au point de vue du fonctionnement avec les machines normales.

a) *Tension à vide.*

La caractéristique à vide est donnée dans la figure 4. On peut voir, d'après la figure 5, que dans le stator, après avoir dépassé une certaine valeur de l'entrefer, celui-ci n'a plus une grande influence sur la tension à vide.

En considérant la réaction d'induit que nous chercherons à déterminer dans ce qui suit, il est nécessaire de réaliser un entrefer aussi grand que possible.

b) *Charge.*

La réaction d'induit se produit de trois façons différentes. Le courant circulant dans l'arbre et utilisé dans le circuit extérieur agit dans une seule spire, c'est-à-dire que J représente le nombre d'ampère-tours effectifs :

1. Sur le socle.
2. Sur le stator.
3. Sur les tôles du stator et les pôles.

La figure 7 montre les différents parcours.

Le premier parcours serait le siège d'importants courants de Foucault avec un socle massif, d'un autre côté la self-induction serait beaucoup trop grande avec une carcasse lamellée. On peut s'aider ici de deux façons ; ou bien on pourvoit la carcasse de bobines de court-circuit qui amortissent les effets de self-induction, sans causer une grande perte, ou on construit les pôles et la carcasse de telle sorte

que, autant que possible, elle se trouve divisée dans la direction périphérique (schéma de la

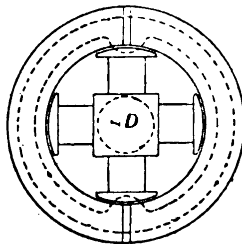



Fig. 7.

figure 8). Le second parcours entoure donc tout le stator et trouve seulement les joints comme résistance magnétique; on devra ici avoir égard à la réaction d'induit.

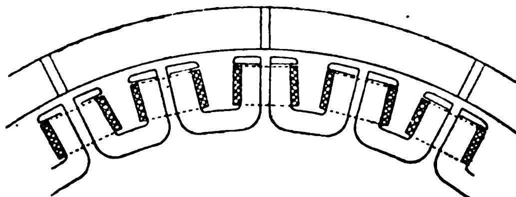


Fig. 8.

Un exemple fera mieux comprendre cette question.

Une machine à 4 pôles pour 50 périodes a par pôle un flux de 30 megawebers et engendre à vide une tension d'arbre de 30 volts (à 90 % d'utilisation du flux). Nous voulons déterminer l'importance du joint du stator, lorsque sur la portion II, avec uu courant 8000 ampères, une tension induite de 5 volts est produite.

De

$$5 = 4{,}4 \times 50 \times M_{s2}\, 10^{-2}.$$

on tire

$$M_{s2} = 2{,}2 \text{ mw}.$$

La résistance du fer du stator dans la direction périphérique est donnée par la résistance magnétique du fer et un joint du stator de $l$ centimètres.

La section du fer est $0^{cm},2$.

Approximativement on a

$$M_{s2} = \frac{8000 \times \sqrt{2}\; 1{,}25\, Q\, 10^{-2}}{l}$$

$$= 14\,200\; 10^{6} \frac{Q}{l} \text{ mw}.$$

Donc

$$\frac{Q}{l} = 155 \qquad l = \frac{Q}{155}.$$

La section du fer du stator se détermine par le flux maximum dans une moitié de cette pièce ($28^{mm},5$ avec 90 % d'utilisation) et la densité magnétique — soit 10000. — Admettons donc 2850 centimètres carrés ; cela donne :

$$l = 18{,}3 \text{ cm}.$$

Avec un bon refroidissement et en employant des tôles très bonnes, on pourrait admettre $B = 16000$, et on aurait alors

$$Q = 1770 \text{ cmq} \quad \text{et} \quad l = 11{,}5 \text{ cm}.$$

Le troisième parcours provient de ce que les lignes de force de dispersion, au lieu de passer par le joint du stator, traversent le pôle dès que celui-ci se trouve directement devant le joint du stator. Ces lignes de force de dispersion peuvent être réduites par un grand entrefer, donc avant tout par l'emploi d'une grande force magnétomotrice du champ tournant.

Avec des machines multipolaires, si on divise l'intensité totale par le nombre de paires de pôles, c'est-à-dire par le nombre des joints du stator, on peut effectuer alors le calcul comme précédemment pour une machine à 2 paires de

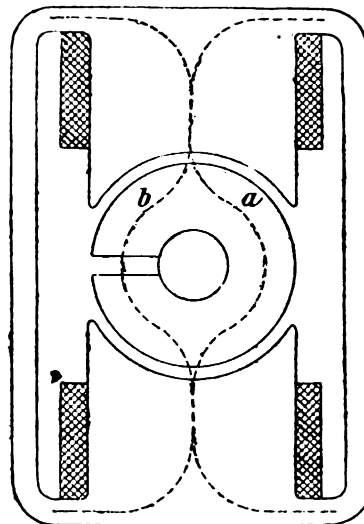



Fig. 9.

pôles. Dans les machines à induit tournant, une tension d'arbre pent être aussi produite, s'il existe dans les tôles du rotor des joints radiaux (fig. 9).

R. R.

La fonction $G = f(M)$, définie plus haut, peut être évidemment regardée comme suivant une loi analogue, et l'on pourra écrire

$$C = \frac{m}{n + M} + q.$$

les coefficients $m$, $n$ et $q$ étant déterminés par les conditions locales.

Cela posé, examinons comment nous pourrons tenir compte de l'effet du facteur de puissance; si P est le prix fixé pour une consommation maxima de 1 kilowatt, le prix par kilovolt-ampère sera

$$P_1 = P \cos \varphi.$$

Si le facteur de puissance est indépendant de l'importance de l'installation et peut être considéré comme constant, la courbe B pourra donc être utilisée soit pour établir le prix du kilovolt-ampère, soit pour celui du kilowatt; mais si le $\cos \varphi$ est variable selon les puissances utilisées, suivant une certaine loi, nous devrons multiplier les ordonnées proportionnellement au rapport de la valeur de chaque facteur de puissance au facteur de puissance correspondant à un kilovolt-ampère; l'on obtient ainsi une courbe C dont l'équation est sensiblement

$$y = \frac{4,44}{x - 5,2} + 0,284.$$

En résumé, ce procédé de tarification qui peut être appelé la méthode de la double échelle mobile, s'applique en installant chez le consommateur un indicateur de la consommation maxima de la puissance apparente requise, et les lectures en sont faites lors du relevé des consommations. Les factures sont établies sur les bases suivantes :

1° Somme déterminée A à payer pour chaque kilovolt-ampère relevé à l'indicateur de la consommation maxima ;

1° Somme B à payer pour chaque kilowatt-heure consommé.

En faisant l'addition de ces sommes et en multipliant le résultat par un certain coefficient déterminé comme on l'a vu par une courbe ou par une formule simple, l'on obtient la facture réelle.

Naturellement les coefficients A, B, etc. dépendent des conditions locales.

P. S.

---

## LAMPES ÉLECTRIQUES ET PHOTOMÉTRIE

***Appareil pour déterminer la consommation des lampes à incandescence en watts par bougie.*** — **Hyde et Brooks.** — *The Electrician*, 28 juin 1907.

Cet appareil se compose d'un photomètre et d'un wattmètre établis de telle sorte qu'en déplaçant l'étalon de lumière du photomètre, on retire ou on introduit dans le circuit du wattmètre une résistance.

Si, par exemple, l'instrument devait être employé pour des lampes de 10 à 20 bougies, on retirerait du circuit la résistance, pendant l'essai d'une lampe de 10 bougies, et l'échelle du wattmètre serait étalonnée de telle sorte qu'elle indiquerait directement la consommation par bougie.

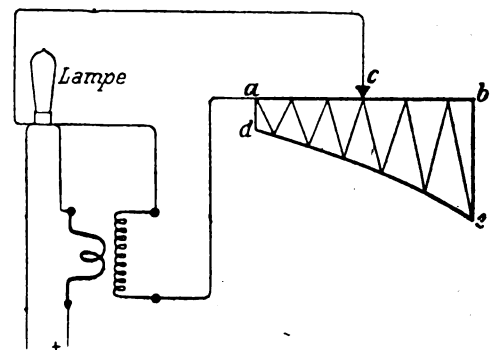



Fig. 1.

Si on mesurait ensuite une lampe de 20 bougies de même consommation relative, on devrait introduire dans le circuit une résistance telle que l'index reste au même point, malgré la consommation double du circuit. La valeur de la résistance $r$ à introduire est déterminée au moyen de la résistance $r_1$ du wattmètre, de l'intensité $I_1$ de l'étalon de lumière et de la distance $a$ de cet étalon à la plaque photométrique par la relation

$$r = r_1 \left[ \frac{I_1}{K} \left( \frac{x}{2a - x} \right)^2 - 1 \right]$$

où K est un facteur de proportionalité entre la division de l'échelle et la consommation. La résistance est enroulée sur une sorte de bloc isolant sur le bord supérieur duquel glisse le contact réuni au contact du photomètre. Le bord inférieur doit être découpé suivant une courbe

dont l'expression est

$$y = \frac{2ar_1 I}{K n \rho} \frac{r}{(2a - x)^3} - h$$

où $y$ représente la hauteur du bloc à une distance $x$ de l'origine, $h$ l'épaisseur et $\rho$ la résistance par unité de longueur du fil. J. B.

## MESURES

***Mesure des coefficients de self-induction avec un électromètre différentiel.*** — **G. Athanasiadis.** — *Physikalische Zeitschrift*, 15 septembre 1907.

L'on peut mesurer le coefficient de self-induction d'une bobine de résistance ohmique R en la mettant en série avec une résistance $R_1$ sans self-induction, et en mesurant les tensions aux bornes respectives lorsque l'on fait passer dans l'ensemble un courant sinusoïdal ; c'est la méthode de Joubert. L'auteur a modifié cette méthode de la manière suivante (fig. 1), en se servant d'un

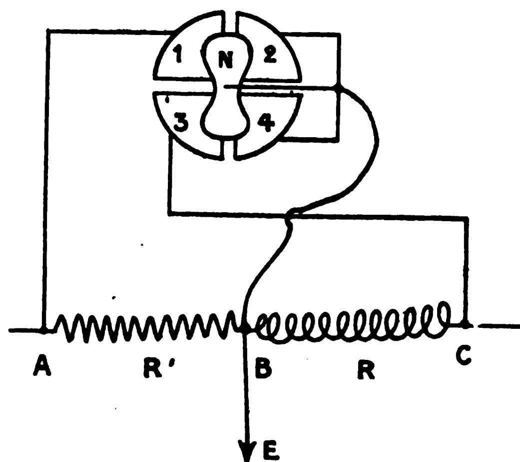



Fig. 1.

électromètre à quadrants de Lord Kelvin ou d'un électromètre symétrique genre Mascart.

Les quadrants 2 et 4, reliés entre eux et avec l'aiguille N, communiquent avec le point B de jonction entre R et $R_1$.

La borne A communique avec le quadrant 1, et la borne C avec le quadrant 3. Si la tension entre A et B est égale à celle entre B et C, l'aiguille est au zéro.

En désignant alors par $n$ la fréquence connue du courant employé, l'on a la relation

$$R^2 + 4\pi^2 n^2 L^2 = R_1^2$$

d'où la valeur du coefficient de self-induction L :

$$L = \frac{1}{2\pi n} \sqrt{R_1^2 - R^2}.$$

Le point B est relié en outre à la terre E.

Le courant employé provenait d'une petite machine à courant alternatif donnant une tension de 20 à 30 volts.

La sensibilité dépend évidemment de la tension disponible entre A et C ; elle est donc assez faible lorsque les résistances R, $R_1$ sont peu importantes.

Cependant cette méthode convient parfaitement pour la mesure des coefficients de self-induction des bobines d'appareils télégraphiques, des inducteurs, etc., etc. ; son exactitude atteint alors 0,5 à 1 %. Comme résistance $R_1$ l'on peut se servir d'une boîte de résistance sans self-induction, ou d'une solution d'un sel (avec des électrodes en métal correspondant) dont on mesurera la résistance ultérieurement, etc. L'avantage de cette méthode consiste en ce qu'elle facilite beaucoup la comparaison des tensions aux bornes des deux résistances R et $R_1$ ; elle peut rendre de bons services dans les mesures de laboratoire.

J. B.

## BREVETS

### MACHINES ÉLECTRIQUES

***Moteur monophasé d'induction.*** — **Société Felten et Guilleaume-Lahmeyer.** — Brevet allemand nº 182 060.

Pour obtenir le démarrage d'un moteur monophasé asynchrone ordinaire, l'une des phases du stator diphasé $s_2$ est alimentée au moyen d'un transformateur dont le primaire est en série avec l'autre phase $s_1$ reliée au réseau. Le transformateur est à entrefer variable afin d'obtenir un déphasage important entre $s_1$ et $s_2$. A la fin du démarrage, cet entrefer est supprimé et les deux courants statoriques parcourant $s_1$ et $s_2$ sont alors en phase ; le moteur fonctionne par suite comme à l'ordinaire (1).

(1) A part l'emploi d'un entrefer *réglable*, ce système est identique à celui proposé vers 1893 par MM. Stanley et Kelly. (N. D. L. R.)

# L'Éclairage Électrique

**REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS**

**Electriques — Mécaniques — Thermiques**

**DE**

# L'ÉNERGIE

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE

DIRECTION SCIENTIFIQUE


**A. D'ARSONVAL**
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE,
MEMBRE DE L'INSTITUT.

**A. BLONDEL**
INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES,
PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES PONTS
ET CHAUSSÉES.

**Eric GÉRARD**
DIRECTEUR DE L'INSTITUT
ÉLECTROTECHNIQUE MONTEFIORE.

**G. LIPPMANN**
PROFESSEUR A LA SORBONNE,
MEMBRE DE L'INSTITUT.

**D. MONNIER**
PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE
DES ARTS ET MANUFACTURES.

**H. POINCARÉ**
PROFESSEUR A LA SORBONNE,
MEMBRE DE L'INSTITUT.

**M. LEBLANC**
PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DES MINES.

**A. WITZ**
PROFESSEUR A LA FACULTÉ LIBRE DES SCIENCES DE LILLE,
MEMBRE CORRESPONDANT DE L'INSTITUT.



TOME LIII

4e TRIMESTRE 1907

ADMINISTRATION ET RÉDACTION

40, RUE DES ÉCOLES, 40

PARIS Ve

**Tome LIII.** **Samedi 5 Octobre 1907.** **14e Année. — N° 40.**

# L'Éclairage Électrique

**REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS**

**Electriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

# L'ÉNERGIE



## SUR L'EMPLOI DES BATTERIES-TAMPON POUR LA TRACTION PAR MOTEURS A EXPLOSION

Les lecteurs de l'*Éclairage Électrique* connaissent tous le système de transmission électrique suivant, appliqué sur certaines voitures pétroléo-électriques :

Une dynamo montée en volant sur le moteur à explosion est reliée à une batterie d'accumulateurs et fonctionne tantôt en génératrice, tantôt en motrice, soit pour utiliser la puissance superflue du moteur thermique quand le couple résistant est faible, soit pour lui venir en aide quand le couple résistant est élevé (1).

Ce système est susceptible d'applications assez importantes, notamment aux omnibus automobiles, aux locomotives à pétrole, etc., etc., et il nous a paru qu'une étude graphique des propriétés d'un tel ensemble présenterait un certain intérêt.

Ainsi qu'on le sait, le couple d'un moteur à pétrole diminue rapidement aux faibles vitesses ; quand cette vitesse dépasse certaines valeurs, ce couple faiblit également. L'on peut donc en définitive représenter les variations du couple par une courbe présentant un maximum pour une certaine vitesse. La figure 1 empruntée à un excellent mémoire de M. Hopkinson sur des essais de moteurs à pétrole à grande vitesse (2), donne diverses

(1) Pour plus de détails, voir : R. de Valbreuze, Les voitures pétroléo-électriques, *Eclairage Electrique*, tome L, 23 février 1907, page 263. Voir également la description de la locomotive mixte Pieper, *Eclairage Electrique*, tome XLIX, p. 17 (J. Reyval, Exposition universelle de Milan).

(2) B. Hopkinson. Efficiency tests on a high-speed petrol-motor, *Engineering*, 8 février 1907, page 165.

courbes relatives à un moteur de 20 H. P. à quatre cylindres de 90 × 130 millimètres ; l'on voit nettement l'allure de la courbe du couple qui passe bien par un maximum vers une vitesse de 500 tours environ. Cette allure s'explique d'ailleurs facilement théoriquement : aux très faibles vitesses, d'une part, la carburation est défectueuse, les fuites prennent une importance beaucoup plus grande, l'action réfrigérante des parois se fait sentir davantage, le couple enfin devient irrégulier (sauf dans les moteurs ayant un grand nombre de cylindres, au moins 8), etc. ; d'autre part, aux grandes vitesses, l'aspiration n'est plus complète, la vitesse des pistons dépasse la vitesse de propagation de l'onde explosive, les frottements augmentent, etc.

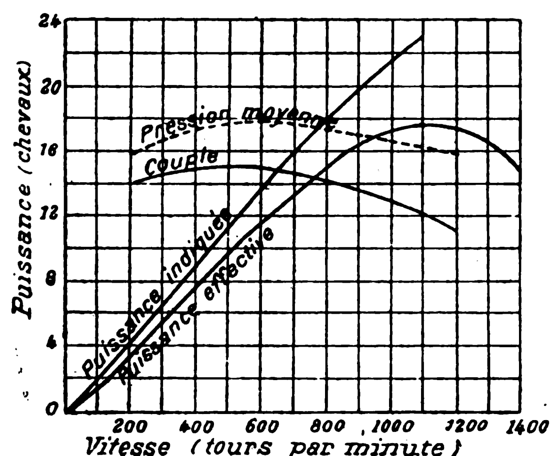



Fig. 1.

Quoi qu'il en soit, d'après cette courbe (fig. 1) la capacité de surcharge du moteur (définie par le rapport du couple maxima au couple à vitesse normale, ici 900 tours environ) apparaît comme très faible, et rend indispensable l'usage, soit d'un changement de vitesse mécanique, soit du système-tampon décrit plus haut.

La dynamo employée dans ce système étant excitée en dérivation, l'on peut admettre, en première approximation, tant que la charge ne dépasse pas une certaine valeur, que cette excitation est indépendante de la vitesse ; cela revient à supposer la tension de la batterie d'accumulateurs sensiblement constante.

Dans ces conditions, le couple $C_d$ de la dynamo peut se mettre sous la forme [1] :

$$C_d = K(\omega - \Omega) \qquad (1)$$

K étant une certaine constante, $\omega$ la vitesse angulaire, et $\Omega$ la vitesse à vide qui ne dépend, pour une machine et une tension données, que de la valeur du rhéostat de réglage de l'excitation.

Lorsque $\omega > \Omega$, la dynamo marche en génératrice et charge les accumulateurs ; si, au contraire, $\omega < \Omega$, le couple change de signe, et la dynamo ajoute son couple à celui du moteur thermique.

Cela posé, supposons que la courbe M (fig. 2) reproduise la courbe du couple $C_m$ d'un certain moteur à explosion en fonction de la vitesse $\omega$ ; en fonction de cette même vitesse, la courbe représentative de la formule (1) est une droite coupant l'axe des $\omega$ en un point dont l'abscisse OA est précisément égale à $\Omega$. Soit M un point de fonctionnement ; l'ordonnée MH coupe la droite NN' en un point N et NH est le couple de la dynamo correspondant.

Le segment MN mesure dans tous les cas le *couple résultant* de l'ensemble moteur-dynamo : lorsque le point H est à droite du point A, la dynamo marche en génératrice et le segment $MN = MH - NH = C_m - C_d$ est bien le couple résultant ; lorsque le point H est à gauche de A, la dynamo fonctionne en réceptrice et un segment tel que $M'N' = C'_m + C_d$ représente encore le couple disponible. Cette représentation graphique très simple donne lieu à quelques remarques intéressantes.

(1) Cette forme très commode a été indiquée par H. Goerges vers 1896. Elle se déduit facilement des équations de la machine shunt reliée à un réseau à potentiel constant, et permet des comparaisons intéressantes avec le moteur asynchrone en regardant $\Omega$ comme un pseudo-synchronisme.

La capacité de surcharge devient très importante, et l'on pourrait même théoriquement faire en sorte que le couple augmente jusqu'à l'arrêt, au fur et à mesure que la vitesse diminue, en adoptant une dynamo et une batterie de puissance convenable. En pratique, cette limite extrême ne sera jamais atteinte, ainsi qu'on le verra dans la suite ; d'ailleurs, pour des débits par trop exagérés, le couple $C_d$ de la dynamo pourrait lui-même, dans le fonctionnement en moteur, faiblir par suite d'une diminution d'excitation provoquée par la surcharge de la batterie.

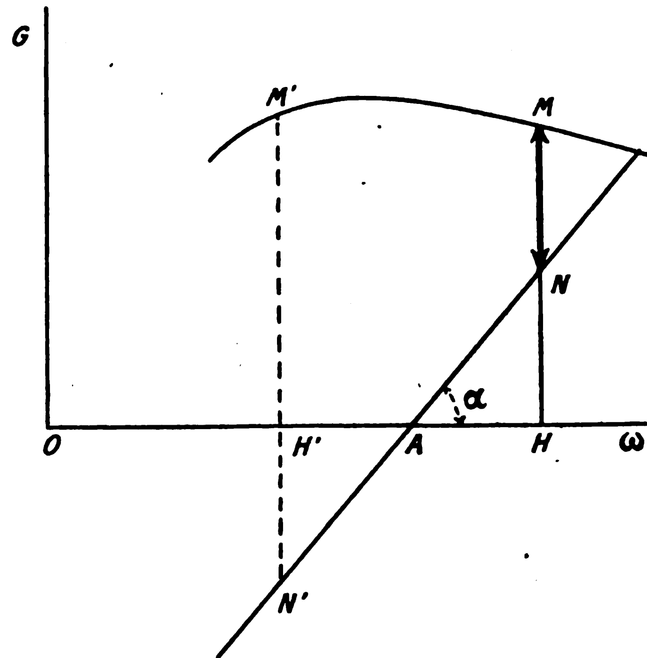


Fig. 2.

Notons, en passant, que le point correspondant au maximum du couple résultant s'obtiendra évidemment en menant (si cela est possible) une tangente à la courbe M parallèle à la droite NN'.

L'on peut facilement démontrer que la tangente de l'angle $\alpha$ que fait la droite NN' avec l'axe des abscisses est inversement proportionnelle à la résistance de l'induit, c'est-à-dire a toujours une valeur très élevée ; en d'autres termes, ainsi qu'on le constate du reste pratiquement, une faible variation de vitesse suffit pour faire passer une dynamo shunt de la pleine charge en génératrice à la pleine charge en réceptrice ou inversement.

Cela conduit tout d'abord à choisir pour $\Omega$ une valeur voisine de la vitesse normale du moteur à pétrole à pleine charge ; en palier, la batterie d'accumulateurs ne sera traversée ainsi par aucun courant (ou traversée seulement par un courant de charge faible), et dès qu'il se produira un ralentissement, la dynamo fournira un appoint plus ou moins important. Les rampes sont ainsi franchies à grande vitesse, si la dynamo et la batterie ont été choisies convenablement. Pour gravir les côtes aisément, l'on pourrait croire à priori qu'il est avantageux de rendre l'excitation de la dynamo la plus forte possible, afin d'augmenter son couple ; l'examen du diagramme de la figure 2 montre clairement que l'on est assez vite limité dans cette voie en général ; en effet, à mesure que l'on augmente l'excitation, la vitesse $\Omega$ diminue en raison inverse, et, par suite, la vitesse de marche $\omega$ peut arriver à dépasser vers la gauche la région de la courbe M pour laquelle le moteur thermique est susceptible de fournir un couple. Tout l'effort serait alors fourni par la dynamo, ce qui est évidemment à éviter.

En résumé, le choix de la dynamo devra être basé sur les considérations suivantes :

1° Elle devra avoir une vitesse normale à vide sensiblement égale à la vitesse du moteur thermique.

2° Sa résistance intérieure sera aussi faible que possible, afin de présenter un couple croissant rapidement avec une légère diminution de vitesse, et de conserver ainsi au moteur thermique un couple élevé, d'après ce qu'il vient d'être dit.

Le réglage de la vitesse s'obtient naturellement en modifiant la vitesse à vide $\Omega$ au moyen

d'un rhéostat d'excitation ; toutefois, si le moteur thermique n'était muni d'aucun dispositif spécial, l'on pourrait craindre qu'en augmentant trop fortement l'excitation pour réduire l'allure, la batterie ne se trouve trop surchargée.

C'est pour remédier à cet inconvénient que l'on emploie sur les voitures mixtes Pieper un régulateur automatique sur l'admission du moteur à essence [1] ; lorsque le courant de charge devient trop intense, ce régulateur, actionné par un solénoïde compound, ferme plus ou moins l'admission des gaz ; au contraire, dès que les accumulateurs se mettent à débiter sur la dynamo, il ouvre en grand l'admission, et le moteur thermique fonctionne à pleine puissance.

Pratiquement, pour la détermination de la dynamo à employer, l'on pourrait opérer de la manière suivante.

Supposons que l'on connaisse par essai la vitesse minima limite $v = OH'$ à laquelle le moteur thermique peut fonctionner en fournissant un couple élevé $C_m = H'M'$ et soit C le couple maxima exigé, d'après le poids des véhicules, les rampes à gravir, etc. ; la dynamo devra être capable, à cette vitesse, de fournir le couple $C - C_m = C_d$. D'autre part, si l'on veut conserver un rendement acceptable, la vitesse $v$ doit être peu inférieure (de 10 à 15 % au maximum) à la vitesse à vide $\Omega$ correspondant à la pleine excitation : celle-ci se trouve ainsi immédiatement déterminée, et par le point H' de l'axe des abscisses l'on élèvera une perpendiculaire, telle que H'N' (fig. 2), égale au couple $C_d = C - C_m$.

Joignant alors les points N' et A, l'on obtient la droite caractéristique de la dynamo pour la pleine excitation.

Cette dynamo devra être susceptible de fonctionner convenablement avec une excitation réduite, et ce sera même là le régime normal en palier. Pour réaliser de semblables conditions, l'on sera amené à la munir de pôles auxiliaires excités en série, suivant le procédé bien connu.

En définitive, d'après ce qui précède, l'on résumera comme suit les propriétés d'un tel groupe :

1° L'on peut faire varier l'allure dans d'assez fortes proportions et obtenir, avec l'emploi d'un régulateur genre Pieper, une série de vitesses en palier, la batterie n'intervenant pas, ou se chargeant à un faible régime.

2° Pour une position déterminée du régulateur agissant sur l'excitation, la vitesse reste sensiblement la même en côte qu'en palier.

C'est peut-être là l'inconvénient du présent système, car cela doit conduire à un travail exagéré de la batterie dans les fortes rampes.

Cet inconvénient n'existe guère d'ailleurs que pour des véhicules de tourisme, et non pour des omnibus automobiles ou pour la traction sur de petites lignes d'intérêt local, le profil étant alors beaucoup moins accidenté et parfaitement déterminé à l'avance.

Bien entendu, la méthode précédente ne constitue qu'une première approximation ; en réalité, lorsque la dynamo marchant en moteur fournira un effort prolongé très élevé, la tension aux bornes de la batterie baissera assez fortement. Le segment de droite AN' serait donc remplacé pour ces régimes élevés par une courbe tendant à s'infléchir vers l'axe des abscisses. Les conclusions générales ne seraient cependant pas modifiées.

J. Bethenod.

(1) Voir les articles précités.

# LES FORCES MOTRICES DU RHIN

Nous avons déjà signalé dans notre Revue [1], les travaux qui, depuis quelques années, se poursuivent méthodiquement en Suisse pour fixer avec précision la valeur industrielle des forces motrices des cours d'eaux. Nous avons également indiqué brièvement les méthodes qui ont été employées et les difficultés qu'elles offrent, et nous croyons d'autant moins utile d'y revenir ici que ces méthodes relèvent avant tout de l'hydrographie. Il en est autrement des résultats de ces travaux; ils fournissent, en effet, des données très utiles pour apprécier les chutes, pour connaître la variation de leur puissance, et, à ce titre, ils ont une portée industrielle et intéressent tout spécialement les électriciens.

Les travaux sont malheureusement très longs et ils n'ont même de valeur qu'autant qu'ils s'étendent sur une très longue période. Il ne faut donc pas s'attendre à posséder avant longtemps les données complètes de cette importante statistique.

Cette année, le bureau hydrométrique fédéral a publié toutes les données relatives au Rhin depuis ses sources jusqu'à Ragaz.

On sait qu'à sa source le Rhin se divise en deux grands bras qui se réunissent à Reichenau, le Rhin postérieur et le Rhin antérieur. Dans les trois cartes que nous reproduisons ici (fig. 1, 2, 3), les débits successifs observés aux divers points et les puissances disponibles ou utilisées dans les diverses sections ont été inscrits. Les puissances disponibles sont groupées en 4 catégories ainsi que l'indique la légende qui accompagne chacune des cartes. Le tableau suivant résume toutes les données réparties sur les cartes.

FORCES HYDRAULIQUES MINIMA DU RHIN ET DE SES AFFLUENTS JUSQU'A RAGAZ

| FORCES HYDRAULIQUES MINIMA | RHIN ANTÉRIEUR — BASSIN DE RÉCEPTION 1 513 676 kmq. | | RHIN POSTÉRIEUR — BASSIN DE RÉCEPTION 1 692 663 kmq. | | RHIN DE REICHENAU A RAGAZ — BASSIN DE RÉCEPTION 1 248 189 kmq. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Chevaux nets. | H. P. par kmq. du bassin de réception. | Chevaux nets. | H. P. par kmq. du bassin de réception. | Chevaux nets. | H. P. par kmq. du bassin de réception. |
| Forces utilisées. A Usines avec utilisation imparfaite de la force. . . . . . . . | 819 | 0,5 | 1 244 | 0,7 | 1 665 | 1,3 |
| Forces utilisées. B Usines avec utilisation rationnelle de la force. . . . . . . . | 220 | 0,1 | 3 180 | 1,9 | 1 500 | 1,2 |
| Forces disponibles. Catégorie I. Très bonnes forces. . | 9 410 | 6,2 | 22 550 | 13,3 | 5 470 | 4,4 |
| Forces disponibles. Catégorie II. Bonnes forces. . . | 13 730 | 9,1 | 15 040 | 8,9 | 20 600 | 16,5 |
| Forces disponibles. Catégorie III. Forces passables. . . | 12 710 | 8,4 | 9 930 | 5,9 | 15 970 | 12,8 |
| Forces disponibles. Catégorie IV. Forces médiocres. . | 5 330 | 3,5 | 10 390 | 6,1 | 3 740 | 3,0 |
| Total des forces hydrauliques minima disponibles. . . . . . . . . | 41 180 | 27,2 | 57 910 | 34,2 | 45 780 | 36,7 |
| Total des forces minima utilisées rationnellement et encore à utiliser | 41 400 | 27,3 | 61 090 | 36,1 | 47 280 | 37,9 |

(1) *Eclairage Electrique*, tome LII, 14 septembre 1907, page *162*.

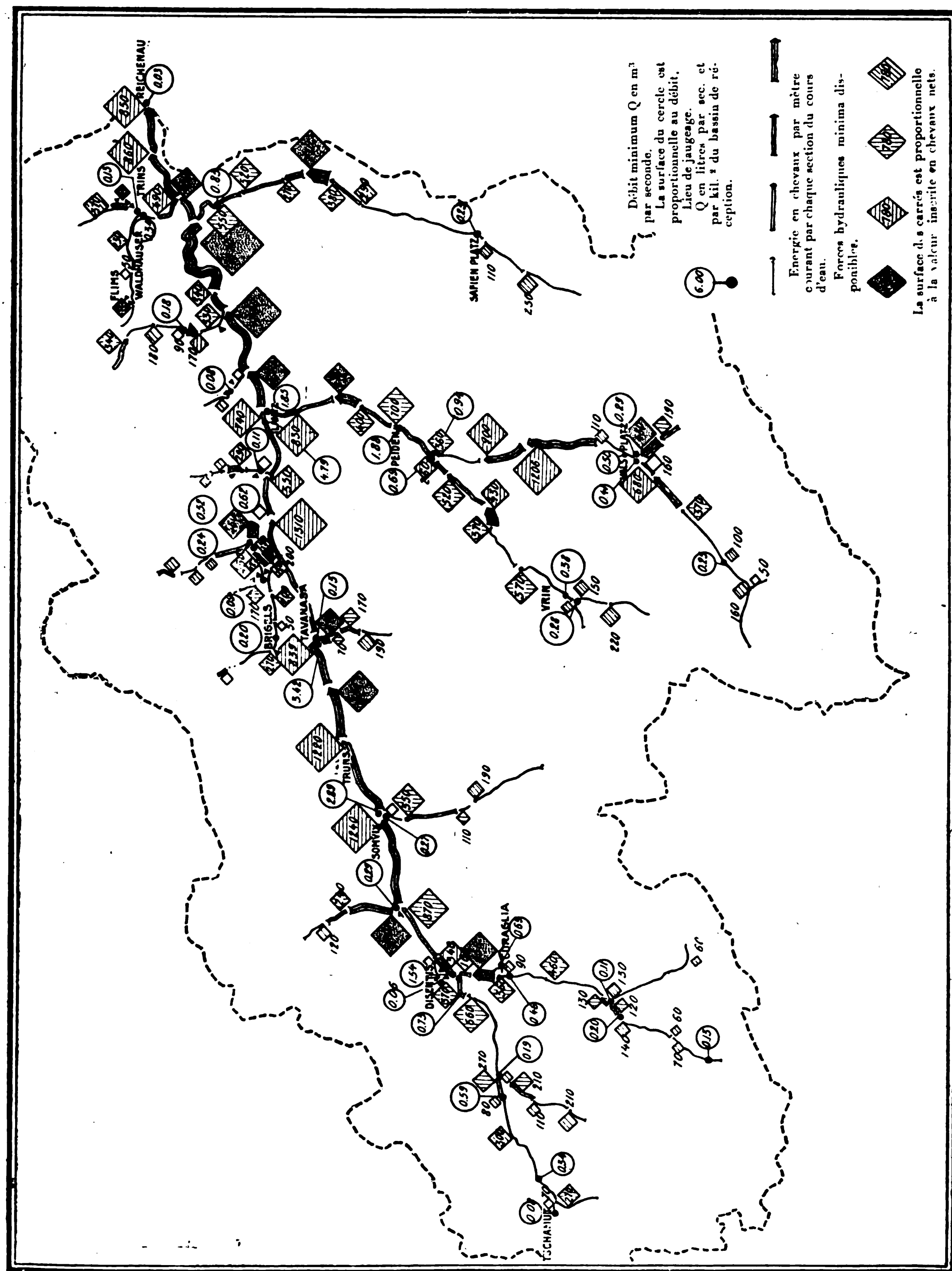



Fig. 1. — Carte des débits et des forces hydrauliques. Rhin antérieur et ses principaux affluents.
(Travail exécuté par le Bureau hydrométrique fédéral à Berne, 1906.)

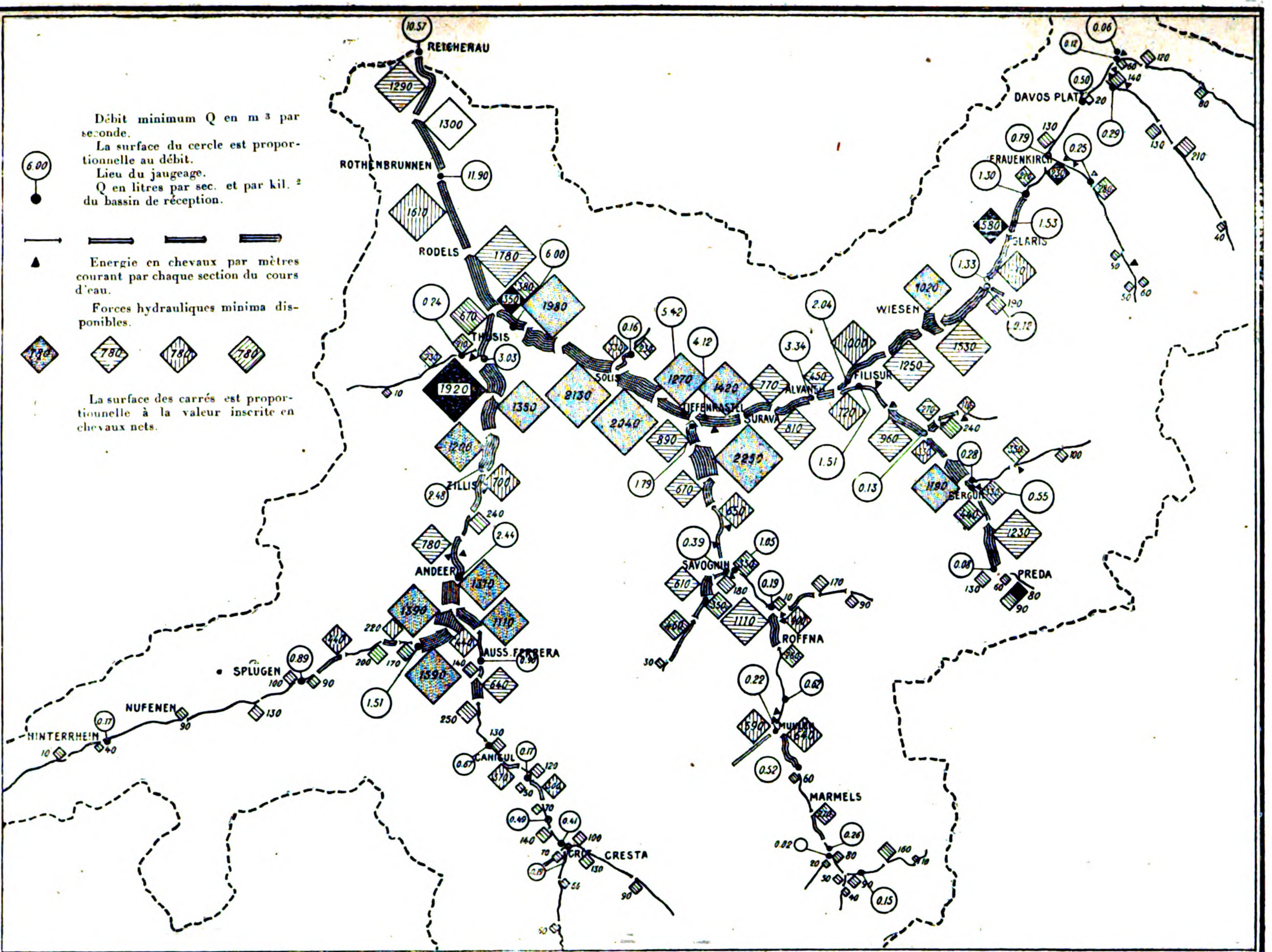



Fig. 2. — Carte des débits et des forces hydrauliques. Rhin postérieur et ses principaux affluents. (Travail exécuté par le Bureau hydrométrique fédéral à Berne, 1906.)

Ces résultats montrent tout ce que peut encore attendre la Suisse, au point de vue industriel, de l'utilisation plus complète et plus rationnelle de ses cours d'eaux. Elle dispose là d'une réserve d'énergie considérable, et les nombreuses usines qui ont été construites depuis une quinzaine d'années ont fourni des enseignements précieux, qui permettront d'en rendre l'utilisation plus complète, plus économique et plus profitable.

Il faut remarquer enfin que, si la puissance des chutes d'eaux est assez variable annuellement, et si l'on a constaté une réduction du débit de certains cours d'eaux, la première variation peut être atténuée par des moyens qui sont aujourd'hui bien connus et, quant à la réduction du débit, on peut se demander s'il n'y a pas eu sur ce point des erreurs d'observation plus ou moins involontaires.

Voici par exemple, pour une période de 10 années, les minima observés à Ilanz pour le Rhin antérieur et à Rothenbrunnen pour le Rhin postérieur (¹), pendant les mois de janvier et février qui correspondent aux plus basses eaux :

DÉBITS MINIMA MENSUELS

Rhin antérieur à Ilanz.

| | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier...... | 4,8 | 4,8 | 5,2 | 10,1 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 5,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| Février...... | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 10,7 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 5,2 | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| Rhin postérieur à Rothenbrunnen. | | | | | | | | | | | | |
| | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 |
| Janvier...... | » | 13,5 | 13,2 | 12,9 | 11,9 | 15,2 | 15,2 | 14,8 | 11,9 | 11,9 | 12,2 | 13,2 |
| Février...... | » | 11,9 | 11,9 | 12,9 | 11,9 | 15,2 | 14,8 | 11,9 | 11,9 | 11,9 | 11,9 | 12,9 |

Au delà du confluent des deux bras du Rhin, bien que divers affluents aient ajouté leur influence propre sur le régime général des eaux, les variations sont tout à fait semblables et les remarques s'appliquent non seulement aux minima des débits, mais à leurs plus fortes valeurs, à l'époque où les neiges et les glaciers alimentent les cours d'eaux. Le tableau suivant donne les moyennes mensuelles des débits en janvier et en juin de 1894 à 1905 pour le Rhin à Mastrils.

DÉBITS MOYENS

Rhin à Mastrils.

| | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Janvier...... | 38,4 | 48,2 | 40,7 | 35,7 | 36,7 | 31,9 | 43,1 | 29,3 | 40,5 | 39,6 | 31,7 | 32,2 |
| Février...... | 234,7 | 296,9 | 555,3 | 595,3 | 386,1 | 376,7 | 406,8 | 512,5 | 424,6 | 404,0 | 432,3 | 378,4 |

(¹) Cf. Le bassin du Rhin, *op. cit.* Pl. 1 d. (voir *Ecl. El*, 14 sept. 1907

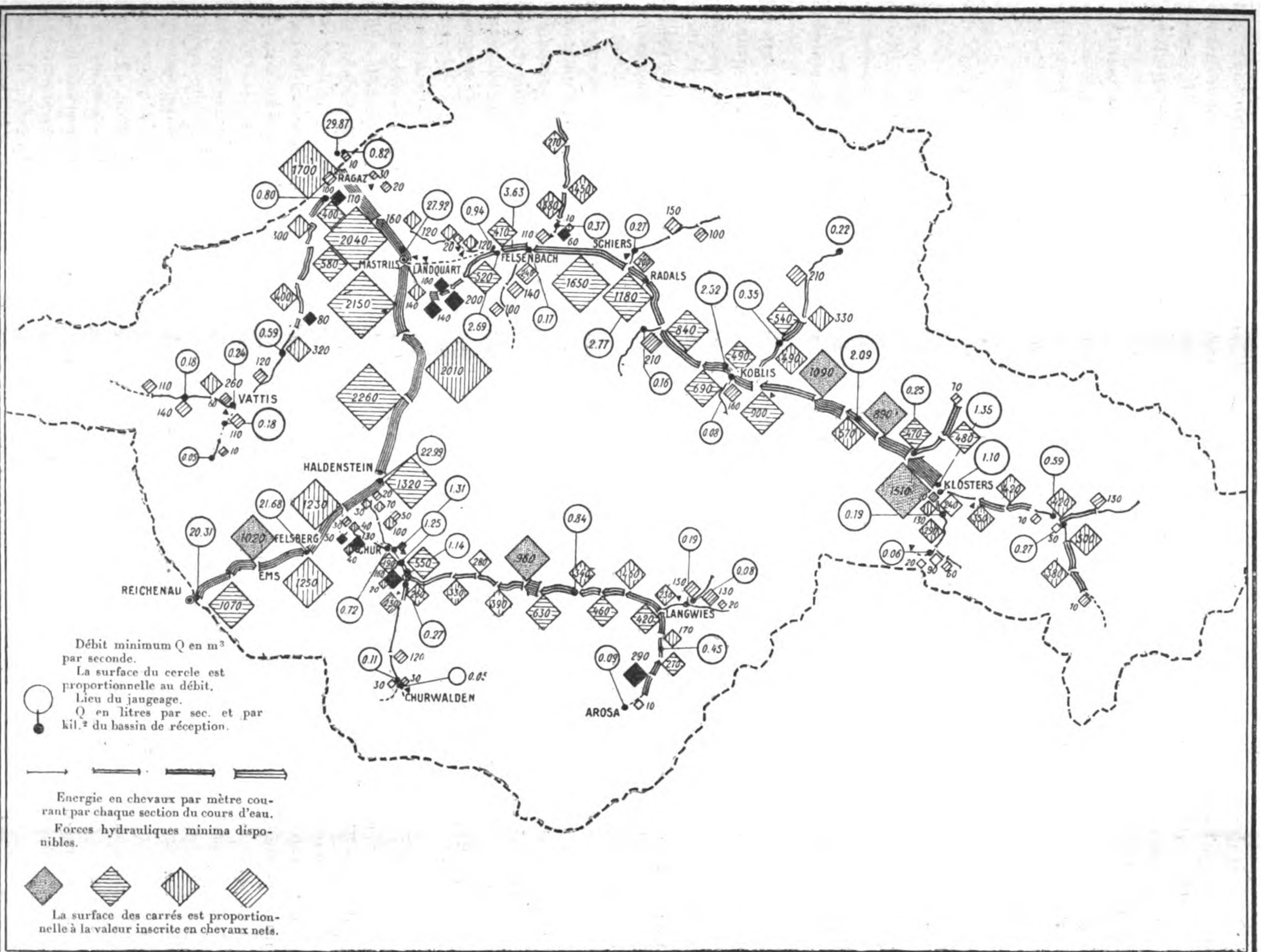



**Fig. 3. — Carte des débits et des forces hydrauliques. Rhin de Reichenau à Ragaz et ses principaux affluents.**
**(Travail exécuté par le Bureau hydrométrique fédéral, à Berne, 1906.)**

On voit donc que les moyennes ne fléchissent pas. Si l'on compare les trois tableaux, on constatera l'augmentation rapide du débit minimum sur les parcours relativement minimes qui séparent les deux points où les observations furent faites. L'étude minutieuse des trois cartes permettra d'ailleurs de vérifier les valeurs absolues et relatives de cette augmentation, pour toutes les sections du fleuve jusqu'à Ragaz.

J. Reyval.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES ET GÉNÉRALITÉS

***Sur les mouvements de l'éther produits par les collisions d'atomes ou de molécules contenant ou non des électrons*** *(fin)* (¹) — **Lord Kelvin.** — *The Electrician*, 16 août 1907.

13° L'auteur considère les collisions dans un gaz monoatomique non électrisé, c'est-à-dire un assemblage d'atomes simples ayant chacun sa quantité normale d'électrons, à l'exception d'une petite proportion d'où les électrons ont été temporairement écartés. Pour plus de simplicité, on suppose d'abord qu'un seul électron représente la quantité normale pour chaque atome pondérable. Les collisions maintiennent les électrons dans un état constant de vibration dans les atomes, excepté dans le cas relativement rare d'un électron quittant un atome, ou dans le cas extrêmement rare où le mouvement relatif d'un atome et d'un électron est rendu nul par une collision.

14° La loi des forces entre l'électron et l'atome peut être telle que le centre de l'atome soit la seule position d'équilibre stable pour l'électron contenu dans cet atome.

15° Ou bien la loi des forces peut être telle qu'il y ait un certain nombre $i$ de surfaces sphériques concentriques dans l'atome, sur chacune desquelles un électron puisse rester en équilibre radialement stable, et $(i - 1)$ surfaces intermédiaires sur chacune desquelles un électron soit en équilibre instable. Dans la moyenne des collisions, l'électron peut, immédiatement après une collision particulière, être mis en vibration non sinusoïdale à travers plusieurs surfaces sphériques d'équilibre stable et instable, et perdre de l'énergie par l'émission d'ondes irrégulières à travers l'éther. Avant la collision suivante, l'électron est probablement en état de vibration à peu près sinusoïdale de part et d'autre de l'une quelconque des surfaces de stabilité radiale.

16° On doit supposer que ce dernier état est généralement rempli pendant la plus grande partie du libre parcours entre les collisions successives. Il doit être plus fréquent, à la suite d'une collision, que la vibration irrégulière dont il a été question au § 15 et qui doit être exceptionnelle.

17° Il n'est pas nécessaire de supposer qu'un seul électron soit la quantité normale d'un atome pondérable quelconque; il n'est pas nécessaire non plus de supposer que celui-ci soit neutralisé électriquement par un nombre intégral quelconque d'électrons. L'hypothèse la plus générale consiste à admettre que, avec $j$ électron, l'atome et les électrons agissent extérieurement comme un corps chargé d'électricité vitreuse, et qu'avec $(j + 1)$ électron, l'atome et les électrons agissent comme un corps chargé d'électricité résineuse.

18° Il semble extérieurement probable que la persistance de la molécule biatomique dans les gaz communs diatomiques $O_2$, $Az_2$, $H_2$, $Cl_2$ est due à l'impossibilité d'une neutralisation électrique de l'atome pondérable par un nombre intégral quelconque d'électrons. Supposons par exemple qu'un électron suffise pour neutraliser électriquement deux atomes d'azote. Un gaz monoatomique Az, s'il est non électrisé, doit avoir la moitié de ses atomes dépourvus d'électrons et, par suite, chargés d'électricité vitreuse, en quantité égale et opposée à la moitié de celle d'un électron. Chacun des atomes de l'autre

(¹) *Éclairage Électrique*, t. LII, 21 septembre 1907, p. 415.

moitié du nombre total d'atomes doit posséder un électron et, par suite, son action externe doit être résineuse, avec une puissance égale à la moitié de celle d'un électron. Il y a alors une violente attraction électrique entre les atomes dépourvus d'électrons et les atomes contenant chacun un électron. Cette attraction tend à grouper les atomes par paires, $Az^2$, chaque paire contenant un électron dont la position d'équilibre stable est située au milieu de la droite joignant les centres des deux atomes pondérables. Il semble très probable que ce sont là les conditions réelles des atomes pondérables et des électrons dans les gaz diatomiques ordinaires.

19° La dissociation d'un nombre considérable de telles paires d'atomes doit être exactement l' « ionisation » par laquelle, d'après la théorie de Schuster et de J.-J. Thomson sur la conduction de l'électricité dans les gaz, les dernières théories de la radioactivité expliquent la conductibilité spéciale des gaz diatomiques, trouvée par Lenard dans l'air soumis à la lumière ultraviolette, et par Becquerel dans l'air situé autour d'un morceau d'uranium métallique ou de sel d'uranium.

20° Mais, pour donner une conductibilité électrique à un gaz monoatomique, l' « ionisation » ne peut être autre chose qu'une dissociation des électrons d'avec les atomes pondérables. Ce genre de dissociation peut être produit dans un gaz très chaud par de simples chocs entre les atomes du gaz lui-même, avec les grandes vitesses de translation auxquelles sont dues les hautes températures. Ou bien elle peut être produite par des corps étrangers, tels que les particules $\alpha$ ou $\beta$ émises avec de grandes vitesses par les substances radioactives.

21° Les pulsations dont il a été question aux § 11 et 12, comme dues uniquement à des collisions mutuelles entre atomes pondérables (sans considérer s'il y a, ou non, des électrons présents), constituent un genre de mouvement dans l'éther qui, s'il est suffisamment intense pour produire de la lumière visible, présente, quand on l'analyse au spectroscope, un spectre continu sans les raies brillantes qui prouvent l'existence de trains continus de vibrations sinusoïdales de particules d'éther. D'autre part, les vibrations d'électrons dont il a été question au § 13 produisent, si elles sont suffisamment intenses, des raies brillantes dans le spectre.

22° Il y a un autre genre de vibration dans la source qui peut produire, et qui produit probablement des raies brillantes dans le spectre. S'il y a deux ou plusieurs atomes pondérables dans la molécule d'un gaz incandescent, non dissociées par la violence des collisions, chaque atome de la molécule doit avoir un mouvement vibratoire dont est incapable un atome pondérable isolé, et ces mouvements vibratoires des atomes d'un groupe doivent donner naissance aux raies brillantes dans le spectre, quand la fréquence des vibrations dans l'un quelconque des mouvements vibratoires est comprise entre 400 et 800 billions par seconde, en prenant ces chiffres comme limites de fréquence des radiations visibles.

23° Les phénomènes spectroscopiques qu'on envisage dans la théorie dynamique de la lumière donnent des spectres continus, avec un grand nombre de raies brillantes superposées aux raies fondamentales plus ou moins brillantes du spectre continu. Même quand on prend soin, dans des sources de lumière artificielle, d'éliminer l'influence de quelques-unes des substances communément appelées éléments chimiques, le nombre des raies brillantes est généralement très grand ; on n'est pas certain de pouvoir compter la totalité des raies dues probablement à un élément simple quelconque.

24° Dans un gaz monoatomique incandescent, où il y a juste un électron pour chaque atome, et où la position centrale seule permet un équilibre stable de l'électron dans l'atome, il peut y avoir seulement une raie brillante dans le spectre. Mais, en réalité, tous les gaz monoatomiques connus — vapeur de mercure, argon, hélium, néon, crypton, xenon — donnent un spectre très compliqué avec un grand nombre de raies brillantes. On en conclut que, s'il y a juste un électron pour chaque atome, il y a plusieurs positions d'équilibre stable ; ou bien il y a plusieurs électrons avec seulement la position centrale d'équilibre pour un seul d'entre eux ; ou bien il y a plusieurs électrons et plusieurs positions stables pour un seul d'entre eux dans l'atome.

25° Il semble que, dans la troisième hypothèse de plusieurs électrons et de plusieurs positions d'équilibre stable, on peut imaginer le grand nombre de raies brillantes, et la grande complexité de leur groupement dans les spectres de gaz monoatomiques.

***

26° Mais on ne peut pas poursuivre l'étude détaillée de la théorie dynamique sans avoir quelque explication raisonnablement acceptable des lois de groupement des trains de raies brillantes dans les spectres de différents éléments chimiques, qui ont été découverts expérimentalement par Runge, Kayser, Rydberg, Schuster, etc... P. M.

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

***Influence des dents et des encoches sur le fonctionnement des induits*** *(suite)* (1). — **R. Rüdenberg.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 4-11 août 1907.

D'après l'égalité (8), la position $x = 0$ correspond au milieu d'un pôle. Le milieu de la première bobine d'une branche d'induit, dont la coordonnée courante est $x_0$, correspond évidemment avec le milieu des $S_1$ premiers côtés de la branche considérée (fig. 4) et l'on doit remarquer que 2 côtés de bobines au moins se trouvent dans une encoche.

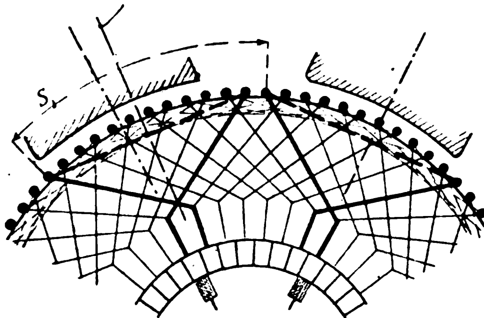



Fig. 4.

Pour $x_0 = 0$ les extrémités de la branche se trouvent donc dans la région neutre, toutes les bobines d'induit envoient leur courant dans le circuit extérieur lorsque les balais sont exactement calés.

Admettons que la largeur des balais soit exactement égale à une largeur de lamelles, et que celle-ci, projetée sur la périphérie, soit égale à $\beta_a$ centimètres. Le commencement de la première bobine de la branche considérée coïncide alors avec le bord du balai, quand $x_0 = -\frac{\beta_a}{2}$. La bobine est en court-circuit à partir du moment $x_0 = +\frac{\beta_a}{2}$ et ne fournit plus aucune tension au circuit extérieur. A ce moment la spire suivante atteint le bord du balai, et, à partir de là, nous devons considérer celle-ci comme première spire. Nous avons donc alors par la formule (18) la f. é. m. de notre induit, lorsque nous prenons seulement comme argument du cosinus les valeurs de $x$ dans l'intervalle

$$-\frac{\beta_a}{2} \leqq x_0 \leqq +\frac{\beta_a}{2}$$

et, à partir du dernier moment, tous les numéros des spires doivent être diminués d'une unité. On obtient donc, par la commutation, des pulsations de la f. é. m., dont la période est égale à la largeur de la lamelle. Puisque, d'ailleurs, il n'a été question dans tout notre développement que du bord antérieur du balai par rapport au mouvement, ce développement subsiste pour des balais plus ou moins larges.

Si les balais sont ensuite décalés jusqu'à la position la plus favorable, les limites entre lesquelles varient $x_0$ se déplacent ; leur intervalle reste sans doute toujours égal à $\beta_a$, mais la position de l'intervalle sur la sinusoïde est décalée, de telle sorte que le sommet n'est plus coupé mais une autre partie latérale. La figure 5

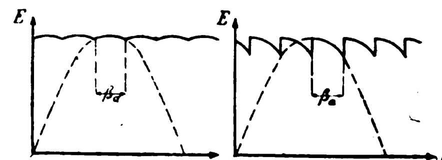



Fig. 5.

donne les courbes de f. é. m. pour différentes positions des balais ; pour la position des balais dans la ligne neutre, la courbe revient incessamment à sa valeur initiale, et le saut brusque est assez atténué par la commutation.

L'irrégularité est donc

$$\theta = \cos(x_\lambda \times 0) - \cos x_\lambda \frac{\beta_a}{2} = 1 - \cos \lambda \frac{\pi}{2} \frac{\beta_a}{\tau} \quad (20)$$

et puisque $\frac{\beta_a}{\tau}$ est très petit, on peut écrire pour de faibles valeurs de $\lambda$

$$\theta = 1 - \left[1 - \frac{1}{2}\left(\lambda \frac{\pi}{2} \frac{\beta_a}{\tau}\right)^2\right] = \frac{1}{8}\left(\lambda\pi \frac{\beta_a}{\tau}\right)^2 \cdot \quad (20a)$$

Prenons, par exemple, 20 lamelles par pôle, alors $\frac{\beta_a}{\tau} = \frac{1}{20}$ et on a pour l'onde fondamentale

(1) *Éclairage Électrique*, 28 septembre 1907, p. 443.

$$\theta = 0{,}31\ \%_0.$$

Pour la troisième harmonique l'irrégularité a donc la valeur 2,8 %; pour la cinquième 7,7 %, etc. Pour 2, $\delta$ sera donné par l'équation 20', où

$$\cos \lambda \frac{\pi}{2} \frac{\beta_a}{\tau} = -1 = \cos l\pi,$$

$\rho$ étant un nombre impair ; on a donc

$$\lambda \beta_a = 2\rho\tau. \qquad (21)$$

C'est là l'harmonique supérieure de la courbe du flux, qui a la période $\beta_a$ ; il se produit alors un isochronisme entre l'harmonique supérieure et la pulsation des lamelles. Dans ce cas, l'intervalle, pendant lequel est coupée la courbe de tension par la commutation, est exactement égal à la période de cette courbe ; il ne se produit donc aucun changement de courant, l'harmonique supérieure parvient au circuit extérieur sans altération.

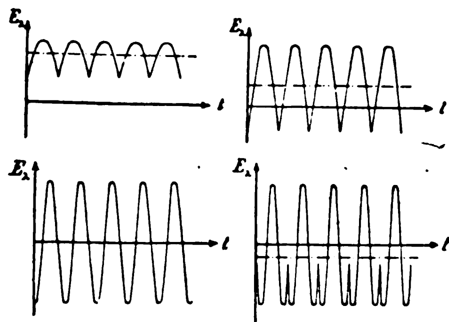


Fig. 6.

Quelques courbes de f. é. m. pour de telles harmoniques de champ après leur commutation ont été reproduites dans la figure 6. On voit que pour une valeur croissante de $\lambda$, une portion toujours plus réduite est changée en tension continue, et que celle-ci, même pour des harmoniques d'ordre plus élevé, change de signe.

Ce phénomène, d'une harmonique supérieure qui ne se trouve pas commutée, ne se produit pas nécessairement ; la condition pour cela est, d'après l'équation 21, que $\rho \frac{2\tau}{\beta_a}$ soit un nombre entier impair. Puisque le nombre de lamelles est ordinairement un multiple entier du nombre d'encoches, on a :

$$\delta = h\beta_a,$$

où $h$ est le nombre de bobines actives par encoches.

En tenant compte de l'équation 13, on tire de l'équation 21, comme condition pour que la $\lambda^e$ onde supérieure ne soit pas commutée,

$$\frac{2\tau}{\delta} = \frac{Z}{p} = \frac{\lambda}{h\rho}. \qquad (21a)$$

Nous verrons bientôt que des courants de cette espèce peuvent se produire même avec une grande intensité.

Le facteur du bobinage pour la $\lambda^e$ harmonique d'un induit à courant continu (équation 19) se compose de deux parties :

$$f'_\lambda = \alpha_\lambda \frac{s}{2}$$

$$f''_\lambda = \frac{\sin S_1 \frac{\alpha_\lambda y}{2}}{S_1 \sin \frac{\alpha_\lambda y}{2}}. \qquad (19a)$$

Et puisque l'écartement des côtés $s$ est presque égal au pas polaire $\tau$, pour toutes les harmoniques, $f'_\lambda$ sera à peu près $= 1$. Seuls les induits dont le pas du bobinage est fortement raccourci donne $f'_\lambda$ beaucoup plus petit que 1 et peut alors atteindre pour les différentes harmoniques des valeurs très différentes les unes des autres et qui dépendent du rapport $\frac{s}{\tau}$.

La loi de variation du deuxième facteur $f''_\lambda$ pour les différentes harmoniques est beaucoup plus intéressante.

Nous avons vu déjà que $S_1 y$ est très voisin du pas polaire et pour une recherche plus précise, nous devons tout d'abord distinguer entre les induits ayant un bobinage ondulé et ceux qui ont un bobinage imbriqué. Puisque nous avons en tout $2_a$ branches d'induit, le nombre de spires de chacune est

$$S_1 = \frac{S}{2a} = \frac{Z}{2a}. \qquad (22)$$

Nous obtenons en général pour $S_1$ un nombre fractionnaire qu'il faut interpréter comme une donnée moyenne.

Pour les bobinages imbriqués, le pas du bobinage est d'après les équations 10 et 14

$$y = \pm \frac{a}{p} \delta$$

où, avec un bobinage imbriqué simple, on doit écrire

$$\frac{a}{p} = 1.$$

On aura alors

$$S_1 y = \pm \frac{\delta}{2p} = \pm \tau. \qquad (23)$$

si on introduit $\frac{Z}{p}$ dans l'équation 13. Le nombre de bobines $\times$ le pas du bobinage est donc ici exactement égal au pas polaire. Si nous introduisons cette valeur dans l'équation (19*a*) on a

$$\sin S_1 \frac{\alpha_\lambda y}{2} = \pm \sin \frac{\lambda \pi}{2\tau} \tau = \pm 1.$$

Donc :

$$f_\lambda'' = \pm \frac{1}{S_1 \sin\left(\lambda \frac{\pi}{2} \frac{m\delta}{\tau}\right)}. \qquad (24)$$

Pour de moindres valeurs de $\lambda$, on peut écrire l'argument au lieu du sinus, puisque $\frac{m\delta}{\tau}$ a toujours une très faible valeur. On a alors, d'après l'équation 23.

$$f_\lambda'' = \pm \frac{1}{S_1 \lambda \frac{\pi}{2} \frac{y}{\tau}} = \pm \frac{1}{\lambda} \frac{2}{\pi} \qquad (24a)$$

et, par conséquent,

$$f_\lambda = \frac{\sin \lambda \frac{\pi}{2} \frac{s}{\tau}}{\lambda \frac{\pi}{2}}.$$

C'est là le facteur habituel des bobinages divisés. Si nous prenons pour $\lambda$ des valeurs de plus en plus grandes, $f_\lambda''$ devient de plus en plus petit et décroîtra aussi loin qu'on voudra, d'après la dernière formule approchée. D'après l'équation 24, nous voyons qu'en réalité, un accroissement se produit dès que le sinus du dénominateur a atteint son maximum ; pour une certaine valeur de $\lambda$, le dénominateur sera nul, le facteur du bobinage devrait alors être infini. Ce cas particulier se produit pour

$$\lambda \frac{\pi}{2} \frac{m\delta}{\tau} = \varepsilon\pi.$$

Ou bien

$$\frac{2\tau}{\delta} = \frac{Z}{p} = m \frac{\lambda}{\varepsilon} \qquad (25)$$

où $\varepsilon$ est un nombre entier quelconque. Si nous nous rappelons que $S_1$ doit être un nombre entier, nous reconnaissons bientôt, d'après l'équation 19*a* que, dans ce cas, le numérateur de la fraction $f_\lambda''$ deviendra nul et que nous nous trouvons en présence d'une indétermination. La différentiation donne

$$f_\lambda = \frac{S_1 \frac{\alpha_\lambda y}{2} \cos S_1 \frac{\alpha_\lambda y}{2}}{S_1 \frac{\alpha_\lambda y}{2} \cos \frac{\alpha_\lambda y}{2}} = 1. \qquad (24b)$$

Le facteur du bobinage $f_\lambda''$ atteint donc, pour toutes les ondes dont le rang satisfait à l'équation (25), sa plus haute valeur 1, tandis qu'il est seulement de $\frac{2}{\pi}$ pour l'onde fondamentale. Pour $\lambda$ croissant, la courbe de variation de $f_\lambda''$ est donnée dans la figure 7. L'équation de condition 25 exprime que l'onde en question de la courbe du champ possède exactement la période correspondant à la distance des fils (ou une fraction de cette distance) et que, par conséquent, une résonance se produit entre ces deux périodes.

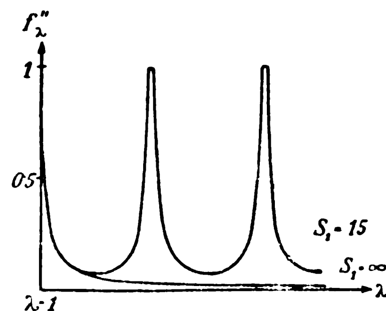



Fig. 7.

C'est une condition tout à fait semblable que celle que nous avons déjà trouvée dans l'équation 21*a* pour la commutation. Il est aussi évident que, dans ce cas, le facteur du bobinage doit posséder la valeur 1, car, si la longueur d'onde du champ supérieur est égale à la distance latérale des fils d'induit, alors la même f. é. m. sera produite dans chacun d'eux sans décalage. Dans le diagramme (fig. 3) tous les vecteurs pour cette onde supérieure ont été décalés de 360°. Relativement à toutes les ondes de la courbe du champ, celle-là paraît renforcée d'une façon très importante dans la f. é. m.

Dans les induits avec bobinage ondulés, le pas du bobinage est, d'après les équations 10 et 22,

$$y = \left(\frac{S}{p} \pm \frac{a}{p}\right)\delta = \frac{a}{p}\delta\left(\frac{S}{a} \pm 1\right) = \frac{a}{p}\delta(2S_1 \pm 1)$$

et, d'autre part,

$$S_1 y = \frac{2\delta}{2p}(2S_1 \pm 1) = \tau(2S_1 \pm 1). \qquad (26)$$

Puisque $S_1$ doit encore être entier, nous pouvons employer, pour le dénominateur de $f''_\lambda$ dans l'équation 19*a*, les mêmes considérations que pour les induits en série. Pour le numérateur, nous obtenons

$$\sin\frac{\alpha_\lambda y}{2} = \sin\lambda\frac{\pi}{2}\frac{y}{\tau} = \sin\left(\gamma\pi + \lambda\frac{\pi}{2}\frac{m\delta}{\tau}\right)$$
$$= \pm\sin\left(\lambda\frac{\pi}{2}\frac{m\delta}{\tau}\right)$$

de sorte que le facteur du bobinage est ici aussi

$$f''_\lambda = \pm\frac{1}{S_1\sin\left(\lambda\frac{\pi}{2}\frac{m\delta}{\tau}\right)}$$

où $m$ est en général un nombre fractionnaire. Pour

$$\frac{Z}{p} = m\frac{\lambda}{\varepsilon}.$$

on obtient de nouveau pour $f''_\lambda$ une forme indéterminée. Eu égard au circuit extérieur, le bobinage imbriqué et le bobinage ondulé sont équivalents quant à l'influence des harmoniques supérieures du champ. On peut encore se demander si toutes les possibilités d'égaliser le courant des tensions alternatives sont atteintes, et si certaines harmoniques supérieures ne peuvent donner naissance à des courants internes. Considérons la tension qui est induite dans les $S_2$ spires placées en série, $S_2$ représentant le nombre des spires qui se trouvent entre 2 balais.

On a

$$S_2 = \frac{S}{a} = \frac{Z}{a}.$$

Si la tension $E_f i$ est nulle, aucun courant intérieur ne peut évidemment se produire, les f. é. m. engendrées dans les $S'_1$ bobines sont toujours opposées les unes aux autres, comme cela devrait être toujours dans les bonnes machines.

Si, au contraire, $E_f i$ est différent de 0, cette tension produit ou des courants dans le bobinage d'induit, ou dans les connexions terminales réunies aux balais; ces courants produisent une perte d'énergie. Pour déterminer $E_f i$ nous avons, comme précédemment, à rechercher $E_f a$; nous devons remplacer partout $S_1$ par $S_2$. On obtient alors

$$E_f^i = N_2 l v \Sigma F_\lambda f_{\lambda i} \sin\alpha_\lambda x_0 \qquad (28)$$

où le facteur du bobinage pour la tension interne est

$$f_{\lambda i} = f'_{\lambda i} \times f''_{\lambda i} = \sin\alpha_\lambda\frac{s}{2}\frac{\sin S_2\frac{\alpha_\lambda y}{2}}{S_2\sin\frac{\alpha_\lambda y}{2}} \qquad (29)$$

$f'_\lambda i$ reste le même que précédemment, tandis que $f''_\lambda i$ doit être de nouveau calculé. Dans le numérateur, par suite des équations 22 et 27, nous devons remplacer $S_2$ par $2S_1$ et nous obtenons alors pour le bobinage imbriqué, d'après l'équation 24,

$$\sin 2S_1\frac{\alpha_\lambda y}{2} = \pm\sin 2\frac{\lambda\pi}{2\tau}\tau = 0$$

pour le bobinage ondulé, d'après l'équation 26,

$$\sin 2S_1\frac{\alpha_\lambda y}{2} = \sin 2\frac{\lambda\pi}{2\tau}\tau(2S_1 \pm 1)$$
$$= \sin\lambda\pi(2S_1 \pm 1).$$

Comme ici $2S_1$ spires entières peuvent être aussi en série, on aura pour les 2 espèces de bobinage

$$f''_\lambda i = 0$$

et on n'aura alors aucun courant interne.

Une exception se produit quand le dénominateur de l'équation 29 disparaît. On déduit alors, comme précédemment, de la forme indéterminée $\frac{0}{0}$, la valeur

$$f''_\lambda i = 1 \qquad (30a)$$

pour tous les bobinages.

Nous remarquons donc que, quand la condition 25 est satisfaite, les tensions produites doivent donner naissance à des courants internes, mais à ceux-là seulement. Les f. é. m. des 2 branches successives sont en série, et ne peuvent donc produire aucun effet sur le circuit extérieur. Si l'équation 25 n'est pas tout à fait satisfaite, on n'a pas de courants internes, mais les tensions engendrées agissent par le collecteur sur le circuit extérieur. On voit facilement que, dans beaucoup de cas, pour les mêmes valeurs de $\lambda$, les équations 21*a* et 25 sont satisfaites, c'est-à-dire pour les mêmes harmoniques. S'il ne se produit aucune résonance exacte de l'onde avec la distance des fils (v. éq. 25) alors la tension extérieure possède une forme sinusoïdale à peu

près rigoureuse puisqu'elle ne se trouve pas commutée. Il en résulte certaines différences entre les induits avec bobinages imbriqués et bobinages ondulés puisque pour les premiers *m* est un nombre entier et pour les derniers un nombre fractionnaire.

Quoique l'intensité des harmoniques supérieures de la courbe du champ, qui ne peuvent donner lieu à la résonance, soient en général assez faibles, elles peuvent néanmoins produire des courants internes importants.

Lorsque le facteur du bobinage est $\frac{\pi}{2}$ fois aussi grand que celui de l'onde fondamentale (fig. 7), alors la f. é. m. agit seulement sur la très faible résistance de l'induit.

Pour donner un exemple, nous pouvons admettre que l'amplitude de l'onde supérieure du flux soit seulement $\frac{1}{1\,000}$ de l'onde fondamentale, mais il arrive, par exemple, avec des courbes de champ défectueuses que ce rapport est beaucoup plus grand. Les f. é. m. sont dans le rapport $\frac{\pi}{2 \times 1\,000}$. La perte de tension du courant principal dans l'induit s'élève à 2 % et l'amplitude du courant alternatif interne s'élève à

$$\frac{\frac{\pi}{2\,000}}{0{,}02} = 0{,}079 \quad \text{soit} \quad 7{,}9\,\%$$

du courant total à pleine charge. Ce rapport est évidemment trop fort, puisqu'il en résulte une élévation notable des pertes à vide, mais, d'autre part, il faut noter que la self-induction empêche que l'on arrive à cette limite supérieure.

*(A suivre.)* R. R.

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Sur l'influence des pôles auxiliaires de commutation sur la marche des génératrices et des moteurs à courant continu.*** — **Hermann Zipp.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 8 septembre 1907.

L'auteur se propose d'étudier, par une méthode très simple, l'effet produit par la réaction d'induit, cette question déjà ancienne ayant été remise à l'ordre du jour par suite de l'emploi des pôles auxiliaires qui servent justement à combattre cette réaction.

Prenons d'abord le cas d'une génératrice à vitesse constante : si l'on désigne par $N_1$ le flux inducteur, $N_2$ le flux dû à la réaction d'induit, le flux résultant $N_r$ devra, pour obtenir une commutation parfaite, être perpendiculaire dans l'espace à la ligne des balais, c'est-à-dire au flux $N_2$ qui a même direction (1) ; l'on en déduit :

$$N_r = \sqrt{N_1^2 - N_2^2}. \qquad (1)$$

La force électromotrice induite E sera proportionnelle à $N_r$, pour une vitesse donnée, et les balais seront décalés dans le sens de la rotation, par rapport à la ligne neutre théorique, d'un angle $\alpha$ tel que $\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_2}{N_r}$.

Cette force électromotrice E diminuera donc quand le courant de l'induit I augmentera, et la puissance de la machine passera manifestement par un maximum.

D'autre part, pour ne pas avoir une chute de tension trop grande en charge, il faut que $N_2$ ne soit pas trop fort, c'est-à-dire que la machine ait une réaction d'induit peu élevée, ce qui conduit à de grandes vitesses de rotation, le nombre de spires induites étant ainsi limité.

L'emploi des pôles de commutation remédie à ces inconvénients ; en effet, les ampère-tours de ces pôles sont égaux et opposés aux ampère-tours $N_2$ de l'induit, de telle sorte que, dans ce cas, la formule (1) se réduit à

$$N_r = N_1$$

Il en résulte que :

1° Les ampère-tours $N_2$ peuvent être aussi élevés qu'on le veut, sans pour cela produire de chute de tension (2).

2° La puissance utile croît presque proportionnellement au courant, puisque la chute de tension due à la réaction d'induit est évitée ; cette puissance est donc supérieure à celle obtenue sans pôles de compensation.

(1) En toute rigueur, cette composition des flux n'est justifiée qu'avec une machine à inducteur sans pôles saillants (genre Leblanc-Déri) ; pour une machine ordinaire on ne peut la considérer que comme une première approximation, suffisante pour une discussion qualitative. (N. D. T.)

(2). L'avantage des machines à forte réaction d'induit consiste surtout en leur puissance massique élevée. Cet avantage a été notamment mis en évidence par M. Leblanc. (*Éclairage Électrique*, tome XVII, 10 décembre 1898, page 427). (N. D. T.)

3° La position des balais est invariable et coïncide avec la ligne neutre théorique, l'action des ampère-tours $N_2$ étant annulée.

En passant, l'auteur fait remarquer qu'il existe une relation très simple entre l'angle $\alpha$ de décalage des balais (pour une machine bipolaire théorique) et la résistance R du circuit extérieur de charge ; en effet, d'après le triangle rectangle $N_1$ $N_2$ $N_r$ qui nous a déjà fourni l'égalité (1), l'on a

$$\operatorname{cotg} \alpha = \frac{N_r}{N_2} = C \frac{E}{I} = C_1 + C_2 R \qquad (2)$$

C, $C_1$, $C_2$ étant des constantes appropriées.

Dans le cas d'un moteur shunt ou à excitation séparée, un raisonnement analogue montre qu'en supposant la commutation parfaite obtenue au moyen d'un décalage $\alpha$ en arrière du sens de rotation, tel que $\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_2}{N_r}$, le couple proportionnel alors à $N_r I$ passe par un maximum au fur et à mesure que I augmente. Au contraire, l'emploi de pôles auxiliaires de commutation rend le couple proportionnel à ce courant, et augmente ainsi la capacité de surcharge du moteur. Pour un moteur série, l'effet est le même, quoique moins important, car $N_1$ augmente en même temps que $N_2$.

Il reste encore à étudier l'influence de la charge sur la vitesse d'un moteur, avec et sans pôles auxiliaires.

C'est ce que fait l'auteur au moyen de diagrammes simples et connus, mais l'on peut analyser facilement comme suit l'effet produit par les pôles de commutation.

Supposons que l'on trace les courbes caractéristiques du moteur en fonction du courant I ; à égalité de courant, le même moteur tournera à une vitesse plus grande sans pôles de commutation, car le flux résultant est alors plus faible, d'après ce qui a été dit plus haut, et la force contre-électromotrice doit rester la même.

Finalement, si l'on veut obtenir *un couple donné*, le moteur avec pôles de commutation tournera en général un peu plus vite que le moteur sans pôles de commutation, mais prendra un courant plus faible d'environ 28 % ; son rendement sera donc supérieur.

J. B.

***Étude du fonctionnement des moteurs monophasés*** *(suite)* (1). — **H. Görges.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1er août 1907.

II

Pour montrer l'emploi général des lois trouvées, l'auteur les applique aux différents types de moteurs.

1° En premier lieu, l'auteur fait l'étude générale du *moteur d'induction* (fig. 15). On choisit

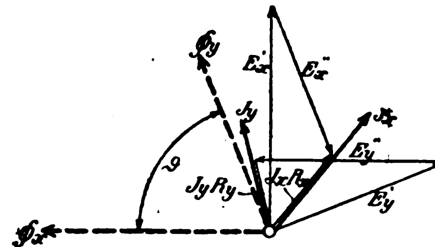


Fig. 15.

d'abord, d'une façon tout à fait arbitraire, la grandeur et la phase des flux d'induction $\Phi_x$ et $\Phi_y$. On peut ensuite, sans difficulté, déterminer les deux forces électromotrices dans l'enroulement X et dans l'enroulement Y. La somme géométrique de chaque paire de forces électromotrices correspondantes, divisée par la résistance R de l'enroulement, donne l'intensité de courant dont la phase doit coïncider avec celle de la résultante. On obtient ensuite le couple D, et, en multipliant la valeur de celui-ci par la vitesse angulaire, on trouve la puissance mécanique $L_m$. Ensuite, il n'est pas difficile de déterminer la chaleur Q dégagée dans le rotor, et la puissance totale transmise au rotor.

$$L = L_m + Q.$$

Les formules à employer pour le moteur d'induction sont les suivantes :

$$\left.\begin{aligned}
D &= \frac{\varepsilon^2}{2\pi}\frac{N^2}{R}\nu\left[2\Phi_x\Phi_y \sin\theta - (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\rho\right] \\
L_m &= \varepsilon^2\frac{N^2}{R}\nu^2\left[2\Phi_x\Phi_y \sin\theta - (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\rho\right]\rho \\
Q &= \varepsilon^2\frac{N^2}{R}\nu^2\left[-4\rho\Phi_x\Phi_y \sin\theta + (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)(1 + \rho^2)\right] \\
L &= \varepsilon^2\frac{N^2}{R}\nu^2\left[-2\rho\Phi_x\Phi_y \sin\theta + (\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\right].
\end{aligned}\right\} (9)$$

Dans ces formules, $\varepsilon$ désigne à nouveau une

(1) *Éclairage Électrique*, t. LII, 31 août 1907, page 302.

constante, N le nombre de tours d'enroulement et R la résistance de chacun des enroulements du rotor, $\nu$ la fréquence, $\theta$ le déphasage entre $\Phi_x$ et $\Phi_y$, et enfin $\varphi$ le rapport entre la vitesse vraie et la vitesse du synchronisme.

Si l'on emploie des appareils Ferraris, on peut voir que le couple dans ces appareils a pour valeur

$$D = \frac{\varepsilon^2}{2\pi}\frac{N^2}{R}\nu \times 2\Phi_x\Phi_y \sin\theta \tag{10}$$

et qu'un déphasage artificiel de 90° du courant sur la tension dans la bobine de tension est nécessaire pour transformer le sin $\theta$ en un cos $\varphi$. Dans les compteurs, il intervient un terme d'erreur :

$$\text{constante}\,(\Phi_x^2 + \Phi_y^2)\,\varphi.$$

Il est donc nécessaire que la valeur de $\varphi$ soit faible, c'est-à-dire que la vitesse maxima du compteur ne soit qu'une petite fraction de la vitesse de synchronisme.

Pour des courants diphasés, on a :

$$\left.\begin{aligned}\Phi_x = \Phi_y = \Phi\\ \theta = 90^\circ.\end{aligned}\right\} \tag{11}$$

Il en résulte les valeurs :

$$\left.\begin{aligned}D &= \frac{\varepsilon^2}{\pi}\frac{N^2}{R}\nu\Phi^2(1-\varphi)\\ &= C\nu\Phi^2(1-\varphi)\\ L_m &= 2\pi C\nu^2\Phi^2(1-\varphi)\varphi\\ Q &= 2\pi C\nu^2\Phi^2(1-\varphi)^2\\ L &= 2\pi C\nu^2\Phi^2(1-\varphi)\end{aligned}\right\} \tag{12}$$

et aussi

$$\frac{Q}{L} = (1-\varphi). \tag{13}$$

Pour du courant monophasé, on peut faire l'hypothèse fondamentale que le flux transversal $\Phi_y$ est proportionnel au flux principal $\Phi_x$ et à la $\varphi$, et présente un déphasage d'environ 90° par

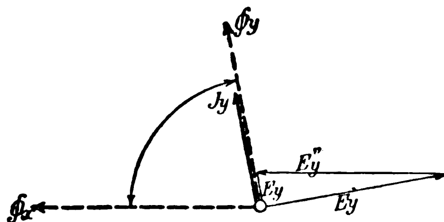



Fig. 16.

rapport à $\Phi_x$. Si l'on prend arbitrairement (fig. 16) $\Phi_y$ en grandeur et en phase, on détermine ainsi le vecteur $J_y$ qui doit avoir à peu près la même phase que $\Phi_y$. L'enroulement Y étant court-circuité, la f. é. m. résultante

$$E_y = RJ_y$$

doit aussi avoir la même phase. Cette f. é. m. est égale à la somme des vecteurs de $E'_y$ et de $E''_y$. Le flux $\Phi_x$ est en phase avec $E''_y$. De la relation

$$E'_y = E''_y \sin\theta.$$

on déduit directement, avec (2), la relation

$$\Phi_y = \varphi\Phi_x \sin\theta. \tag{14}$$

Pour déterminer $\theta$, on a la formule

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{0{,}4\pi\sqrt{2}\,10^{-8}\,\nu N^2}{R}\frac{1}{\rho}, \tag{15}$$

dans laquelle $\rho$ désigne la réluctance magnétique opposée au flux $Y_1$. si l'on pose

$$\sin\theta = 1,$$

les formules prennent la forme suivante :

$$\left.\begin{aligned}D &= \frac{\varepsilon^2}{2\pi}\frac{N^2}{R}\nu\Phi_x^2(1-\varphi^2)\varphi\\ &= C\nu\Phi_x^2(1-\varphi^2)\varphi\\ Q &= 2\pi C\nu^2\Phi_x^2(1-\varphi^2)^2\\ L_m &= 2\pi C\nu^2\Phi_x^2(1-\varphi^2)\varphi^2\\ L &= 2\pi C\nu^2\Phi_x^2(1-\varphi^2).\end{aligned}\right\} \tag{16}$$

On en déduit la valeur

$$\frac{Q}{L} = (1-\varphi^2) \tag{17}$$

ou, si le glissement $(1-\varphi) = s$ est faible,

$$\frac{Q}{L} = 2s. \tag{18}$$

La chaleur Joule, comptée en pour cent, est donc deux fois plus grande que dans le moteur polyphasé.

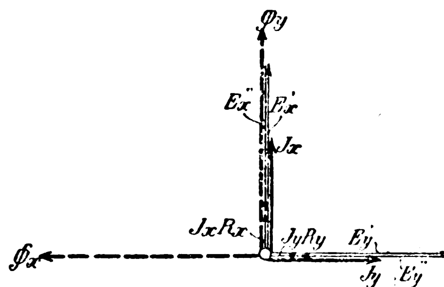



Fig. 17.

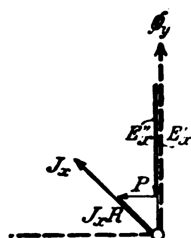
Le diagramme du moteur polyphasé est indiqué par la figure 17 ; $E''_x$ est exactement opposée

à $E'_x$ et $E''_y$ directement opposée à $E'_y$. Les forces électromotrices résultantes

$$E_x = RJ_x$$
$$E_y = RJ_y$$

tombent donc dans les axes Y et X, diminuent quand la vitesse augmente, sont nulles au synchronisme et deviennent négatives au delà du synchronisme. Dans ce dernier cas, le moteur devient générateur, parce que les courants et, avec eux, les couples changent de sens.

2° Si l'on ne court-circuite pas les enroulements, mais si l'on maintient entre leurs extrémités une différence de potentiel, on peut (fig. 18), en choisissant convenablement la phase des tensions $P_x$ et $P_y$, donner aux intensités de courant $J_x$ et $J_y$ un déphasage en avant tel que le déphasage disparaisse dans l'induit primaire ; c'est le principe de compensation de Heyland.



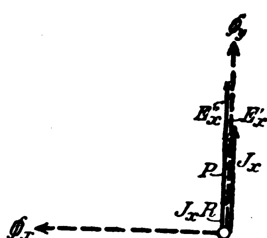


Fig. 18. Fig. 19.

Pour cela, il ne faut que de faibles tensions. On peut encore, comme l'ont fait Winter et Eichberg, rendre variables les tensions agissantes. En effet, en partant de l'équation des valeurs instantanées

$$e' + e'' = Ri + p, \qquad (19)$$

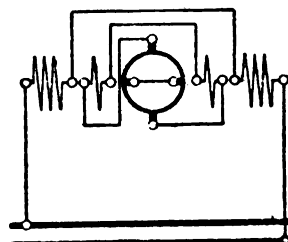
$p$ étant la tension, la somme géométrique.

$$[E' + E'' - P]$$

doit être égale au vecteur RJ et, pour un couple donné, on a la somme géométrique $[E'' - P]$ au lieu de $E''$. Si l'on donne la phase exactement à P opposée à $E''$, on a, au lieu de la somme géométrique, la somme $E'' + P$ (fig. 19). Pour un état de charge donné, $E''$ doit alors devenir d'autant plus petit que P est rendu plus grand, et, comme la valeur de $E''$ est proportionnelle à la vitesse, on a un moyen de faire tourner le moteur à la vitesse voulue en modifiant P.

Avec des courants polyphasés, on peut régler à volonté la phase de la tension P en décalant les balais. On peut ainsi effectuer la compensation pour le facteur de puissance unité, ou bien régler la vitesse, ou faire les deux ensemble. Pour la compensation du déphasage, il faut une tension dont la phase soit à 90° de celle de $E'$ ; pour régler la vitesse, il faut, au contraire, une tension dont la phase concorde avec celle de $E'$.

On peut appliquer aussi les deux procédés au moteur monophasé. Si l'on place dans l'axe X et dans l'axe Y des balais, et si l'on court-circuite chaque paire, on obtient le moteur d'induction ordinaire. Pour réaliser la compensation, on peut utiliser l'enroulement Y en faisant agir entre les balais Y une faible différence de potentiel proportionnelle à la différence de potentiel du moteur et en phase avec elle, car alors la tension a un déphasage d'environ 90° sur les forces électromotrices $E'_y$ et $E''_y$. Si, au contraire, on veut faire varier la vitesse, il faut faire agir entre les balais X une tension variable, car alors la tension et les forces électromotrices $E_x$ et $E_x$ sont en phase. La seconde disposition a été employée par Winter et Eichberg qui, au lieu d'alimenter l'enroulement Y du rotor avec un courant égal ou proportionnel au courant du stator, l'alimentent avec un courant proportionnel à la tension primaire et en phase avec lui (fig. 20). On obtient ainsi un moteur fonctionnant



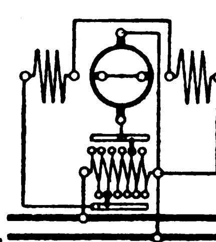


Fig. 20. Fig. 21.

avec une vitesse constante réglable. On peut d'ailleurs aussi régler la tension au moyen d'un transformateur à rapport variable. Un moteur du même genre a été imaginé par Fynn (fig. 21). Celui-ci ne se distingue du moteur de Eichberg que par la façon dont la tension auxiliaire est prise. Ces moteurs ne peuvent pas démarrer sous charge. On modifie les connexions pour le démarrage.

Les moteurs d'induction ont tous la propriété que leur vitesse de rotation varie peu avec le couple.

Dans les moteurs à enroulement rotorique

court-circuité, la vitesse de rotation est voisine du synchronisme ; dans les moteurs dont il vient d'être question, elle est plus élevée ou plus faible, suivant la tension auxiliaire.

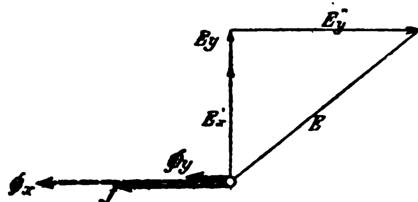


Fig. 22.

3° Le diagramme du *moteur série* (fig. 22) représente les flux $\Phi_x$ et $\Phi_y$ en phase. Les vecteurs des forces électromotrices statiques $E'_x$ et $E'_y$ de l'enroulement statorique sont décalés de 90° ; il en est de même de la f. é. m. dynamique $E''_y$. La f. é. m. résultante E fait, avec l'intensité de courant J, un angle qui s'approche d'autant plus de la valeur idéale de 180° que $(E'_x + E'_y)$ a une valeur plus petite et que $E''_y$ a une valeur plus grande. On peut annuler $E'_y$ (fig. 23) par un enroulement compensateur approprié placé sur le rotor, dans lequel passe un courant proportionnel au courant induit. La valeur de $E''_y$ croît avec la vitesse. Le facteur de puissance croît avec la vitesse de rotation du moteur et atteint en pratique des valeurs très élevées. Richter a montré que les courants de court-circuit qui prennent naissance pendant la commutation modifient sensiblement ce diagramme (fig. 24) ; le facteur

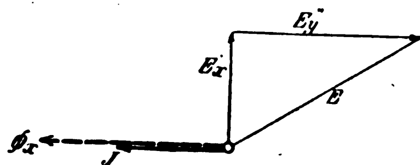


Fig. 23.

de puissance qui, au démarrage, devait être aussi petit que possible, est sensiblement augmenté, et il se produit un échauffement des conducteurs court-circuités. On emploie souvent des jonctions résistantes entre l'enroulement et les lames du collecteur ; ces résistances sont généralement placées dans les encoches et peuvent être prévues pour produire des forces électromotrices utiles. Pour obtenir une bonne commutation, les ateliers Siemens-Schuckert disposent un enroulement supplémentaire sur des pôles de commutation. Comme on le sait déjà, le flux ainsi produit doit être déphasé d'environ 90° par rapport au flux principal. Il ne se produit qu'un couple engendré par $\Phi_x$ et $J_y$ ; ce couple peut atteindre, à toutes les vitesses, une grandeur importante, car $\Phi_x$ et $J_y$ ont à peu près la même phase. Le couple total produit par le moteur est toujours de nature pulsatoire.

4° Si, en plaçant la jonction du court-circuit dans l'axe des X du moteur série, on transforme ce dernier en moteur Latour, ou Winter-Eichberg, le fonctionnement des différents enroulements est entièrement modifié. A l'arrêt, les enroulements X sur le stator et le rotor forment un transformateur court-circuité ; il ne peut donc

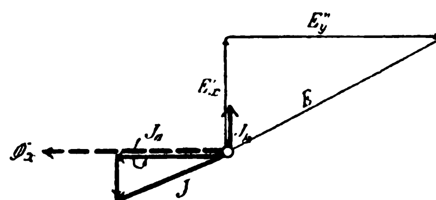
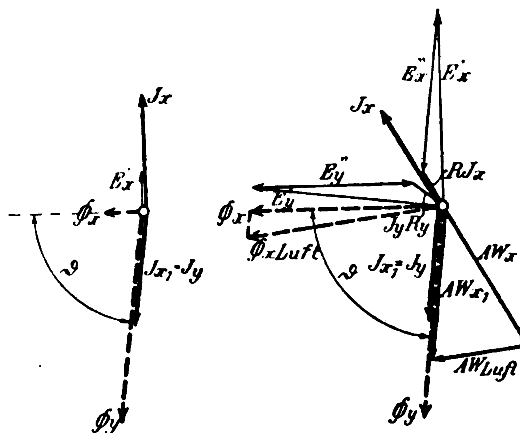


Fig. 24.

agir qu'une faible différence de potentiel sur l'enroulement statorique. Au contraire, l'enroulement Y du rotor agit comme une bobine de self-induction, car aucune bobine ne lui est opposée. Elle développe une f. é. m. importante d'induction statique $E'_y$, et sa différence de potentiel aux bornes à une valeur élevée. Le diagramme (fig. 25) indique à l'arrêt un faible



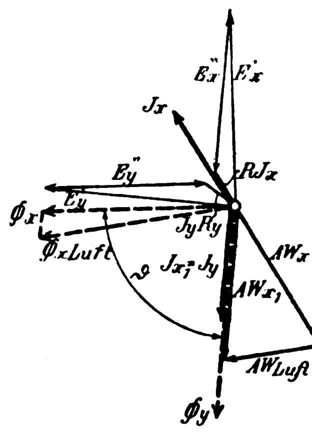


Fig. 25. Fig. 26.

flux $\Phi_x$ qui produit une faible f. é. m. $E'_x$. L'enroulement X étant court-circuité, il y passe un courant $J_x$ de grande intensité. L'intensité du courant rotorique $J_x$, qui passe aussi dans l'enroulement Y du rotor, et qui produit le flux $\Phi_y$,

est proportionnelle à $J_x$ et déphasée d'environ 180° par rapport à $J_x$. Le flux $\Phi_y$ produit, avec $J_x$, un couple énergique en sens négatif, puisque les deux composantes sont déphasées d'environ 180°. Au contraire, l'autre couple est très faible.

En fonctionnement (fig. 26), les forces électromotrices de rotation interviennent. L'enroulement X restant court-circuité sur le rotor, la somme géométrique de $E'_x$ et $E''_x$ doit être très faible. Si l'on pose approximativement

$$E'_x + E''_x = 0, \qquad (20)$$

on voit, d'après ce qui précède, que l'on doit avoir

$$\Phi_x = \nu \cdot \Phi_y, \qquad (21)$$

et, en outre, que $\Phi_x$ doit être déphasé de 90° en arrière de $\Phi_y$. On peut remarquer en passant que l'expression exacte de $\Phi_x$ est la suivante :

$$\Phi_x = \text{constante} \times \nu\Phi_y \sin\theta. \qquad (22)$$

Dans cette expression, $\theta$ est le déphasage constant qui existe à toutes les charges entre $\Phi_x$ et $\Phi_y$ ; l'angle de déphasage est donné par la formule

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{0{,}4\pi \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-8} \cdot \nu M^2}{R}\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho_2}\right), \qquad (23)$$

les lettres ayant les mêmes significations que dans la formule (15), et $\rho_2$ désignant la réluctance rencontrée par le flux de dispersion dans le rotor. L'auteur rappelle ces formules pour montrer la similitude existant entre les expressions correspondantes relatives au moteur d'induction monophasé et au moteur de Latour et Winter-Eichberg.

Le flux $\Phi_x$ étant à peu près proportionnel à la vitesse, $\Phi_{x1}$ croît aussi proportionnellement dans le stator. La tension aux bornes du stator doit donc croître avec la vitesse. D'autre part, la rotation engendre dans l'enroulement Y une f. é. m. $E''_y$ proportionnelle à $\Phi_x$ et en phase avec $\Phi_x$ ; cette f. é. m. agit à l'opposé de la f. é. m. $E'_y$, déphasée de 90° sur $\Phi_y$. Il y a donc à peu près compensation entre les deux forces électromotrices, quand on a $\nu\,\Phi_x = \Phi_y$.

$$\nu\Phi_x = \Phi_y.$$

Or, d'après l'équation (21), on a

$$\Phi_x = \nu\Phi_y.$$

on doit donc avoir, pour la compensation,

$$\nu = 1,$$

c'est-à-dire que le moteur tourne à la vitesse du synchronisme. La différence de potentiel entre les balais Y diminue de plus en plus quand la vitesse croît, jusqu'à ce que celle-ci ait atteint le synchronisme. De cette action compensatrice, il résulte que le moteur peut fonctionner sans déphasage entre le courant et la tension, et même avec déphasage négatif. En outre, comme au voisinage du synchronisme les flux $\Phi_x$ et $\Phi_y$ sont à peu près égaux et déphasés d'environ 90°, il se forme un flux tournant particulièrement favorable à la commutation. Le courant $J_x$ dans le rotor est déphasé de 90° par rapport à $\Phi_x$ à l'arrêt; quand la vitesse croît, il se produit un déphasage en avant $\alpha$ par rapport à la position correspondant à l'arrêt; l'angle $\alpha$ est donné par la formule

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{N_y J_y}{N_x J_x}\nu \qquad (24)$$

Quand $\Phi_x$ croît, il faut aussi un nombre d'ampère-tours croissant pour produire cette aimantation dans l'air, et, comme $AW_{x1}$ doit rester en phase avec $\Phi_y$, le vecteur de $J_x$ doit s'incliner vers la gauche quand $AW_L$ croît. Le couple $(\Phi_y J_x)$ est grand tant que $\alpha$ n'a pas une valeur trop élevée ; l'autre couple $(\Phi_x F_y)$ est petit à toutes les vitesses, parce que le déphasage entre $\Phi_x$ et $J_y$ est à peu près de 90°. Le couple résultant est donc toujours fortement pulsatoire.

*(A suivre.)* B. L.

***Un phénomène particulier aux générateurs mono et polyphasés.* — E. Punga et W. Hess.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau,* 11 août 1907.

Ce phénomène est caractérisé par ce fait que les paliers des machines à grande vitesse sont rapidement rongés et que souvent on peut mesurer une petite f. é. m. entre l'arbre et le palier lui-même, et il est curieux de constater que la couche d'huile n'est pas un isolant même pour cette f. é. m. de faible valeur.

Le phénomène a été surtout remarqué dans les machines commandées par des turbines à vapeur, et en général dans toutes les machines à grande vitesse on constate cette f. é. m. dans une mesure telle qu'on est obligé de chercher à isoler le palier du bâti.

Voici comment cette f. é. m. se produit. Les figures 1 et 2 montrent un générateur à 4 pôles dans lequel le stator est divisé en 2 parties. La

seule partie du joint des deux moitiés du stator se comporte magnétiquement comme un petit entrefer ($a$, $a$) qui se trouve placé normalement à la direction du flux dans le stator. Dans la figure 1 le champ est distribué de telle sorte qu'aux points $a, a$, existe une saturation maxima. Si nous considérons à présent le flux de force qui traverse l'entrefer et les dents, il se partage entre les côtés I et II (fig. 1); on voit qu'il existera en I un flux plus fort qu'en II, parce que la résistance magnétique du côté I est plus petite que celle de II. Dans I on a un flux

$$\frac{M}{2} + M_w \text{ et dans II le flux } \frac{M}{2} - M_w$$

où M est le flux du rotor par pôle en megawebers.

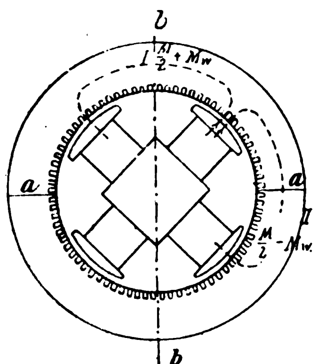



Fig. 1.

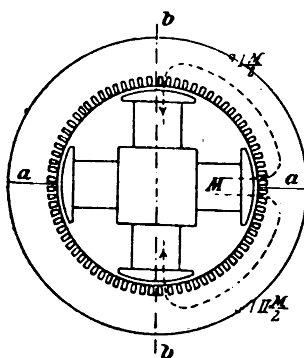



Fig. 2.

Dans la figure 2 le champ se place donc de telle sorte que l'entrefer $a$, $a$, ne produit aucune différence entre les 2 parties I et II et il en résulte que les flux des 2 parties seront alors égaux à $\frac{M}{2}$. Évidemment le flux total $M_w$ coupe le rotor entier perpendiculairement à la direction de l'arbre pendant le même temps que le rotor met à se déplacer de la position I à la position II. Si nous représentons ce temps par $\alpha$ on reconnaît que, dans une deuxième portion du temps $\alpha$, un même flux $M_w$ doit avoir été engendré et ce flux a donc aussi coupé l'arbre. On peut à présent déterminer facilement le nombre de périodes de cette tension. A une pleine période appartiennent évidemment 4 divisions $\alpha$ et cela correspond exactement à une période de la tension du stator. Donc la tension de l'arbre et la tension aux bornes ont le même nombre de périodes. Si nous admettons à présent que cette tension de l'arbre suit une loi sinusoïdale, nous obtenons

$$\text{tension d'arbre} = 4{,}4 \times f \times M_w \times 10^{-8} \quad (1)$$

où $f$ représente le nombre de périodes du générateur, $M_w$ le flux supplémentaire dans la division I (fig. 1).

On verra, dans ce qui suit, comment on a effectué le calcul pour un générateur à 4 pôles qui fut essayé au laboratoire d'essais de la Soc. Alioth à Bâle avec un entrefer un peu exagéré pour permettre de fixer son influence. Dans le tableau I on trouvera le courant d'excitation, le flux du rotor par pôle et l'induction magnétique du rotor en admettant une distribution tout à fait régulière des lignes de forces.

TABLEAU I

1 mm. entrefer.

| COURANT EXCITATION | FLUX | B NOYAU ROTOR | $B_{max}$ | $B_{min}$ | $M_w$ | VOLT CALC. | VOLT MESURÉ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 14,5 | 2 590 | 3 800 | 1 380 | 3,4 | 5 | 5,3 |
| 40 | 27,3 | 4 870 | 7 350 | 2 490 | 6,8 | 10 | 10,5 |
| 60 | 39,7 | 7 100 | 10 200 | 4 000 | 8,7 | 12,75 | 12 |
| 80 | 47 | 8 400 | 11 300 | 5 500 | 8,15 | 12 | 12 |
| 100 | 52 | 9 300 | 12 000 | 6 600 | 7,55 | 11 | 12 |
| 120 | 56 | 10 000 | 12 500 | 7 500 | 7 | 10,3 | 12 |

Si nous admettons qu'entre les deux moitiés du stator on place un isolant de 1 millimètre d'épaisseur, on peut alors calculer quelle irrégularité se produit dans la répartition des lignes

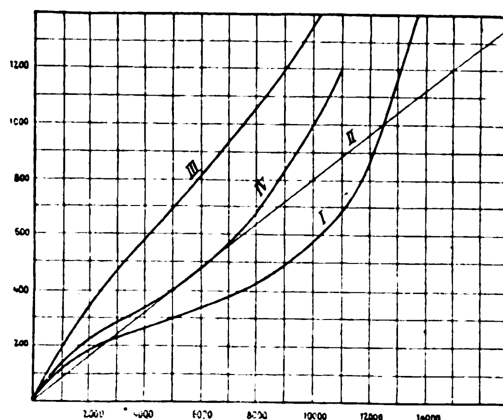



Fig. 3. — I, Amp. tours pour le parcours I; II, Amp. tours pour le joint dans le parcours II; III, Amp. tours pour le parcours II (en fonction des densités magnétiques); IV, Inductions moyennes dans l'induit en fonction des amp. tours nécessaires pour l'induit.

de force. Dans la figure 3 sont portées en abs-

cisses les densités magnétiques et les ordonnées, l'excitation requise en ampère-tours, pour la partie des lignes de force dans le rotor, d'un pôle à l'autre. On a utilisé une courbe normale de saturation magnétique pour les tôles de fer ; d'après le dessin on adopta une longueur moyenne des parcours de 113 centimètres. La courbe II montre les A. T. pour l'entrefer d'un millimètre, la courbe III (dont les ordonnées sont la somme de I et II) donne les ampère-tours pour le parcours des lignes de force dans le rotor, quand il y a dans ce parcours un entrefer d'un millimètre. La saturation moyenne résultant de chaque courant d'excitation doit évidemment se trouver entre les courbes I et III et est représentée par la courbe IV.

Pour les densités magnétiques moyennes inscrites dans la table on peut à présent prendre la densité maxima et minima. Finalement le flux $M_w$ sera déterminé par la section du stator 2750 millimètres carrés, et la demi-différence

$$\frac{B_{max} - B_{min}}{2}$$

et la tension d'arbre sera déterminée d'après la formule 1 (avec $f = 33,3$) Cette tension est

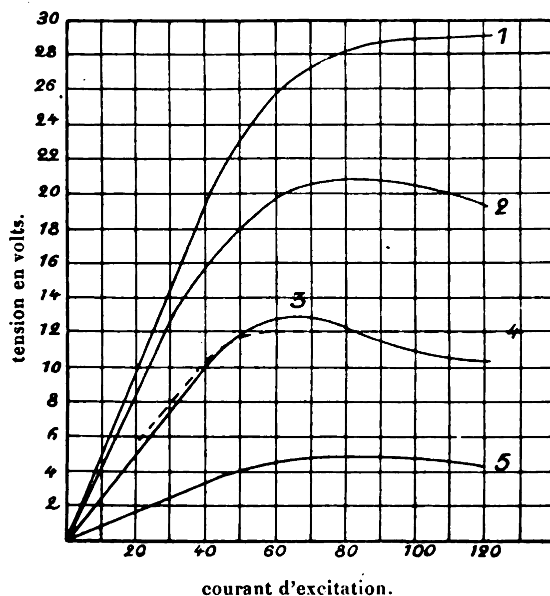



Fig. 4. — I, 20mm entrefer au joint; II, 4mm entrefer au joint; III, 1mm entrefer au joint (calculé); IV, 1mm entrefer au joint (mesuré); V, plus petit entrefer possible prat.

portée dans la figure 4 en fonction du courant d'excitation.

On a ainsi les valeurs calculées de la tension d'arbre pour les entrefers 1, 4, 20 millimètres, et pour contrôler le calcul à la machine indiquée plus haut avec 1 millimètre d'entrefer on a mesuré la tension d'arbre. Comme cela a été déjà mentionné, on a établi pour le calcul une courbe normale de perméabilité, et des écarts aux saturations élevées on conclut que la perméabilité du fer était meilleure qu'on ne l'avait admis dans le calcul.

De plus, on constaterait sûrement une tension d'arbre, même si les deux moitiés du stator étaient très exactement ajustées et réunies, car il est évident qu'on ne pourrait jamais obtenir ainsi un entrefer absolument nul.

La courbe observée serait obtenue par le calcul si on admettait un entrefer de 1/4 de millimètre, ce qui correspond à peu près à la résistance magnétique des joints pratiquement vérifiée. En comparant ces deux courbes, on voit que la tension d'arbre maxima de 4,6 volts avec 0mm,25 d'entrefer s'élève à 12 volts avec 1 millimètre.

Pour un intervalle du stator de 4 millimètres, la tension d'arbre maxima s'élève à 20,5 volts, à 20 millimètres cette tension s'élève à 29 volts. Les valeurs maxima des tensions d'arbre sont portées dans la figure 5 en fonction de l'entrefer et il résulte de cette courbe qu'avec cette machine la tension d'arbre (avec $f = 33,3$) peut s'élever jusqu'à un maximum de 30 volts.

La question se pose encore de savoir comment se produit le phénomène pour des machines d'un nombre de pôles différent.

Si nous supposons, comme précédemment, la carcasse divisée en deux parties, on voit qu'avec des machines à 2 pôles une tension d'arbre ne pourrait se produire et dans le cas où elle se produirait, il faudrait l'attribuer à une inégale répartition des flux. Par contre, on constatera cette tension d'arbre à toutes les machines à $4m$ pôles.

Par exception, on pourrait encore prévoir une autre division de la carcasse. Une machine aurait $2p$ pôles et la carcasse serait divisée en $n$ parties, on aurait alors une tension à l'arbre, chaque fois que $\frac{2p}{n}$ sera en nombre entier pair.

On reconnaît déjà, par la formule, que la tension dépend du flux de force par pôle et qu'elle se produira beaucoup plus dans les machines à grande vitesse.

Il reste à étudier comment on se débarrasserait par des moyens simples de cette tension.

Le remède serait de faire la résistance magnétique aussi faible que possible, mais il serait bien difficile de réduire la résistance magnétique du joint $a$ à 0. Un remède plus efficace serait de choisir le nombre de divisions de telle sorte que $\frac{2p}{n}$ ne soit pas pair et en veillant à ce que tous les parcours aient une même résistance magnétique. Ainsi par exemple, dans le type à 4 pôles dont nous venons de parler, on éviterait cette tension d'arbre en plaçant

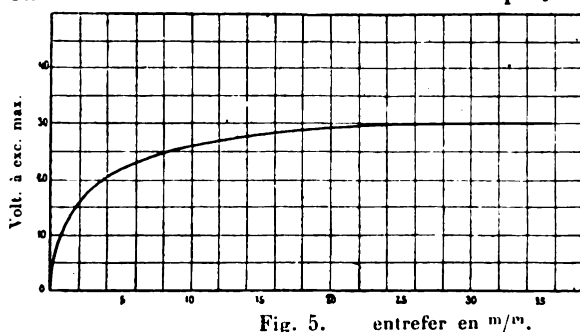
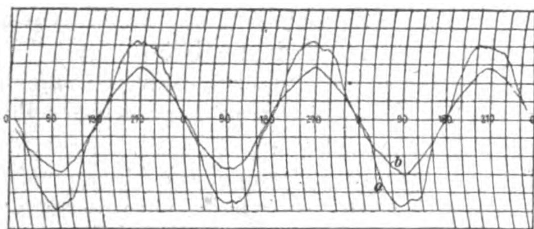


Fig. 5. entrefer en m/m.

deux joints nouveaux dans le stator, dans une direction perpendiculaire aux deux premiers.


Fig. 6. — $a$, tension d'arbre; $b$, tension de la machine.

La forme des courbes de la tension d'arbre mesurées avec une distance d'air minima (fig. 4) ont été relevées au moyen d'un oscillographe et reproduites dans la figure 6. L'auteur s'est demandé si cette tension d'arbre qui agit défavorablement dans les générateurs ordinaires, ne pourrait pas être pratiquement utilisée et on peut remarquer qu'il serait intéressant, pour quelques applications de pouvoir réaliser de telles machines pour un voltage donné. On pourrait les utiliser pour l'électrochimie où on désire de grandes intensités et de faibles tensions.

Tous ceux qui connaissent le calcul des machines à courant alternatif, savent quelles difficultés on rencontre pour calculer et exécuter des machines à faible tension et grande intensité. C'est par exemple impossible pour de grandes vitesses. Dans la plupart des cas, on est contraint d'exécuter les machines pour haute tension et de transformer ensuite celle-ci.

Si on utilise par contre la tension de l'arbre, on peut obtenir un générateur d'un type particulier. Il n'aurait aucun bobinage d'induit, donc aucune encoche; les tôles du stator seraient placées dans des positions symétriques pour former l'entrefer intermédiaire. Comme bobinage d'induit, l'arbre serait utilisé et on y placerait un certain nombre de balais en cuivre pour capter le courant de grande intensité.

Les paliers devraient être isolés du bâti. Lors même que cette machine n'aurait pas d'application pratique, il serait encore assez intéressant de la comparer au point de vue du fonctionnement avec les machines normales.

a) *Tension à vide.*

La caractéristique à vide est donnée dans la figure 4. On peut voir, d'après la figure 5, que dans le stator, après avoir dépassé une certaine valeur de l'entrefer, celui-ci n'a plus une grande influence sur la tension à vide.

En considérant la réaction d'induit que nous chercherons à déterminer dans ce qui suit, il est nécessaire de réaliser un entrefer aussi grand que possible.

b) *Charge.*

La réaction d'induit se produit de trois façons différentes. Le courant circulant dans l'arbre et utilisé dans le circuit extérieur agit dans une seule spire, c'est-à-dire que J représente le nombre d'ampère-tours effectifs :

1. Sur le socle.
2. Sur le stator.
3. Sur les tôles du stator et les pôles.

La figure 7 montre les différents parcours.

Le premier parcours serait le siège d'importants courants de Foucault avec un socle massif, d'un autre côté la self-induction serait beaucoup trop grande avec une carcasse lamellée. On peut s'aider ici de deux façons; ou bien on pourvoit la carcasse de bobines de court-circuit qui amortissent les effets de self-induction, sans causer une grande perte, ou on construit les pôles et la carcasse de telle sorte

que, autant que possible, elle se trouve divisée dans la direction périphérique (schéma de la

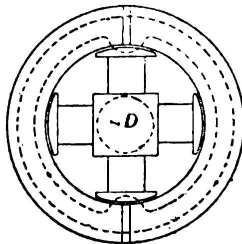



Fig. 7.

figure 8). Le second parcours entoure donc tout le stator et trouve seulement les joints comme résistance magnétique ; on devra ici avoir égard à la réaction d'induit.

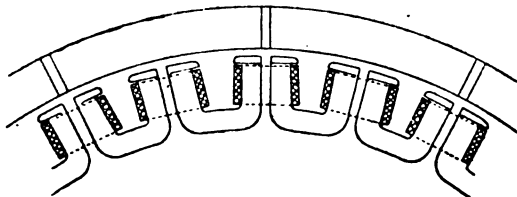


Fig. 8.

Un exemple fera mieux comprendre cette question.

Une machine à 4 pôles pour 50 périodes a par pôle un flux de 30 megawebers et engendre à vide une tension d'arbre de 30 volts (à 90 °/₀ d'utilisation du flux). Nous voulons déterminer l'importance du joint du stator, lorsque sur la portion II, avec uu courant 8000 ampères, une tension induite de 5 volts est produite.

De

$$5 = 4{,}4 \times 50 \times M_{s2}\, 10^{-2}.$$

on tire

$$M_{s2} = 2{,}2 \text{ mw}.$$

La résistance du fer du stator dans la direction périphérique est donnée par la résistance magnétique du fer et un joint du stator de $l$ centimètres.

La section du fer est $0^{cm},2$.

Approximativement on a

$$M_{s2} = \frac{8000 \times \sqrt{2}\, 1{,}25\, Q\, 10^{-2}}{l}$$

$$= 14\,200\, 10^{6} \frac{Q}{l} \text{ mw}.$$

Donc

$$\frac{Q}{l} = 155 \qquad l = \frac{Q}{155}.$$

La section du fer du stator se détermine par le flux maximum dans une moitié de cette pièce ($28^{mm},5$ avec 90 °/₀ d'utilisation) et la densité magnétique — soit 10000. — Admettons donc 2850 centimètres carrés ; cela donne :

$$l = 18{,}3 \text{ cm}.$$

Avec un bon refroidissement et en employant des tôles très bonnes, on pourrait admettre $B = 16000$, et on aurait alors

$$Q = 1770 \text{ cmq} \quad \text{et} \quad l = 11{,}5 \text{ cm}.$$

Le troisième parcours provient de ce que les lignes de force de dispersion, au lieu de passer par le joint du stator, traversent le pôle dès que celui-ci se trouve directement devant le joint du stator. Ces lignes de force de dispersion peuvent être réduites par un grand entrefer, donc avant tout par l'emploi d'une grande force magnétomotrice du champ tournant.

Avec des machines multipolaires, si on divise l'intensité totale par le nombre de paires de pôles, c'est-à-dire par le nombre des joints du stator, on peut effectuer alors le calcul comme précédemment pour une machine à 2 paires de

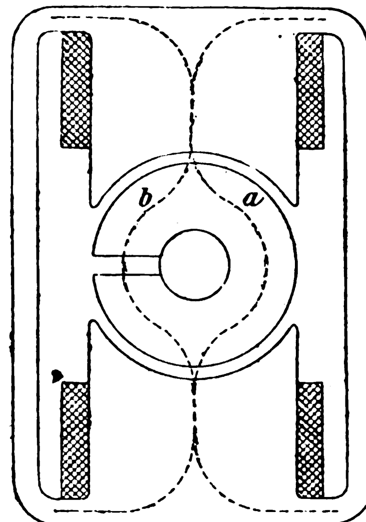



Fig. 9.

pôles. Dans les machines à induit tournant, une tension d'arbre pent être aussi produite, s'il existe dans les tôles du rotor des joints radiaux (fig. 9).

R. R.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Tarification de l'énergie électrique en Italie.*** — **Semenza.** — Mémoire lu au congrès de la *American tional Electric Light-Association.*

L'abondance d'énergie hydraulique et l'absence complète de mines de charbon en Italie ont largement contribué au développement des distributions d'électricité. Mais le débit d'eau disponible n'est pas constant, et il se trouve même très réduit pendant certaines saisons, de telle sorte que l'on est obligé d'employer des machines à vapeur auxiliaires. Ces conditions particulières ont donné un caractère spécial aux tarifications usitées, notamment pour la force motrice ; dans ce dernier cas, l'on a lutté contre la concurrence des machines à vapeur et des moteurs à gaz. Les deux principales sociétés distribuant l'énergie électrique en Italie sont la Société Générale Edison d'électricité qui alimente une grande ville (Milan) avec des fabriques importantes et de petits ateliers, et la Société Lombarde pour la distribution de l'énergie électrique qui dessert toute une contrée parsemée de villages où des usines sont établies.

Ces deux cas sont bien différents ; dans le premier cas, la distribution est très fractionnée et chaque client possède des besoins spéciaux. Dans le second cas, la compagnie n'a que quelques gros clients qui demandent en général un apport constant et régulier d'énergie.

La Société Lombarde pour la distribution de l'énergie électrique a résolu le problème de la manière la plus simple par l'adoption d'un tarif uniforme. Dans le cas présent, le choix était justifié par le fait qu'au début de la mise en service, l'on n'avait pu se faire une idée exacte de ce que serait le diagramme de charge. Le prix de l'énergie hydraulique reste le même, que l'on en use pendant 6, 12 ou 24 heures par jour, et cela a amené la vente du kilowatt à prix fixe pour 24 heures par jour. Mais si le diagramme de charge accuse une pointe aiguë et le diagramme du débit d'eau un vide, et si l'on désire vendre toute l'énergie disponible pendant 9 ou 10 mois de l'année, il est nécessaire d'installer une usine à vapeur. Dans ce cas, un tarif uniforme n'est pas le plus avantageux, et d'ailleurs il conduit les consommateurs au gaspillage de l'énergie électrique. Malgré cela l'exemple de la Société lombarde a été suivi par la plupart des compagnies italiennes.

La Compagnie Edison de Milan a suivi un plan tout différent. Il ne pouvait être question d'employer un tarif uniforme, la puissance des moteurs variant de 0,05 à 500 H. P. ; même en établissant une échelle de tarifs pour les différentes puissances, il y avait encore une difficulté provenant de ce que certains consommateurs utilisent leurs moteurs 1 heure par jour et d'autres 24 heures. L'emploi de compteurs s'imposait donc, et en outre le principe de la demande maxima (¹) fut adopté.

Le but de la distribution étant de lutter contre l'emploi des moteurs à vapeur et à gaz, l'on fit une enquête préliminaire pour établir la loi de variation du prix de la force motrice obtenue par moteurs thermiques. La courbe ainsi relevée servit de base aux tarifs, et à chaque valeur de la demande maxima correspondit un tarif Wright spécial. Le relevé de cette demande maxima est fait chaque mois, et est comparé avec la consommation d'énergie mensuelle. Six tarifs sont prévus pour un nombre d'heures de travail par mois variant entre 83 et 250.

Cette méthode de tarif a été adopté par plusieurs autres compagnies en Italie. Quelques-unes emploient le système ordinaire, ou bien encore le système Hopkinson qui consiste en une taxe fixe pour chaque valeur de la demande maxima et en une taxe par compteur pour le nombre de kilowatts absorbés.

Ce système a été appliqué pour la première fois en Italie par la Société Edison en 1884.

Le système Wright convient mieux à une distribution de force qu'à une distribution de lumière, car il est plus facile au consommateur d'uniformiser sa consommation dans le premier cas.

Si l'on désigne par $p$ le prix du kilowatt-heure, pour une durée de travail de $h$ heures

---

(¹) Comme on le sait, ce mode de tarification a été appliqué pour la première fois en 1892 par M. Wright sur le réseau de Brighton. L'on trouvera une excellente étude de M. Pellissier à sujet ce dans l'*Éclairage Électrique* du 18 septembre 1897, t. XII, page 537. Voir également la discussion faite au *Congrès International d'Électricité de 1900*, sous-section $II_B$ (*Éclairage Électrique* du 15 septembre 1900, tome XXIV page, 416). (N. D. T).

avec application du système Wright, la relation entre $p$ et $h$ peut s'écrire

$$p = \frac{P_1 H + P_2 (h - H)}{h}$$

ou

$$p = P_2 + \frac{H(P_1 - P_2)}{h} \qquad (1)$$

$P_1$ et $P_2$ étant les deux tarifs Wright, et H les heures d'application du premier tarif $P_1$.

Cette équation est de la forme

$$y = B + \frac{A}{x} \qquad (2)$$

c'est-à-dire représente une hyperbole équilatère rapportée à une asymptote comme axe des ordonnées, et à une parallèle à l'autre asymptote comme axe des abscisses.

Pour obtenir une échelle progressive des tarifs, on se basera sur une série de courbes ayant la même allure que la courbe (2).

La méthode la plus simple pour obtenir ce groupe de courbes, est de partir de l'une de ces courbes, par exemple celle relative à une demande maxima de 1 kilowatt. Elle formera ainsi la *courbe fondamentale*, et l'on pourra obtenir les autres en multipliant A et B par un certain coefficient C fonction de la demande maxima M :

$$C = f(M).$$

Revenons maintenant au système Hopkinson ; l'on voit que si W est la demande maxima en kilowatts et par suite $Wh$ l'énergie consommée, l'on a

$$p = \frac{AW + BWh}{Wh}, \qquad (3)$$

A étant le prix fixé pour le kilowatt de demande maxima et B celui du kilowatt-heure consommé ; cette formule est de la même forme que l'équation (1) et les deux systèmes sont équivalents si

$$A = H(P_1 - P_2)$$

et

$$B = P_2.$$

La seule différence est qu'avec le système Wright le consommateur paye au compteur pendant les premières heures H, tandis que dans le système Hopkinson il doit d'avance une certaine somme. Cela est parfaitement justifié, car ainsi le consommateur se rend d'une part mieux compte de l'influence de sa demande maxima d'énergie, et d'autre part le temps H dans le système Wright est en général assez considérable, surtout lorsqu'il s'agit de force motrice.

Un autre point de vue est important à examiner ; les meilleurs indicateurs de consommation maxima sont les ampère-mètres, leur usage n'a aucun inconvénient lorsqu'il s'agit de courant continu, mais dans le cas de courants alternatifs (cas le plus général en Italie) il faut faire intervenir le facteur de puissance, si l'on veut se baser sur la consommation maxima en kilowatts. L'on pourrait à cet effet multiplier les indications par un certain facteur de puissance évalué arbitrairement, mais ce procédé pourrait donner lieu à des discussions. Le meilleur procédé consistera à mesurer la consommation maxima en *kilovolts-ampères,* tandis que le coefficient B (formule 3) représentera toujours le prix du *kilowatt-heure*. Cette manière d'opérer est rationnelle, si l'on remarque que la surcharge des générateurs, des transformateurs et des câbles est limitée par la *puissance apparente* fournie.

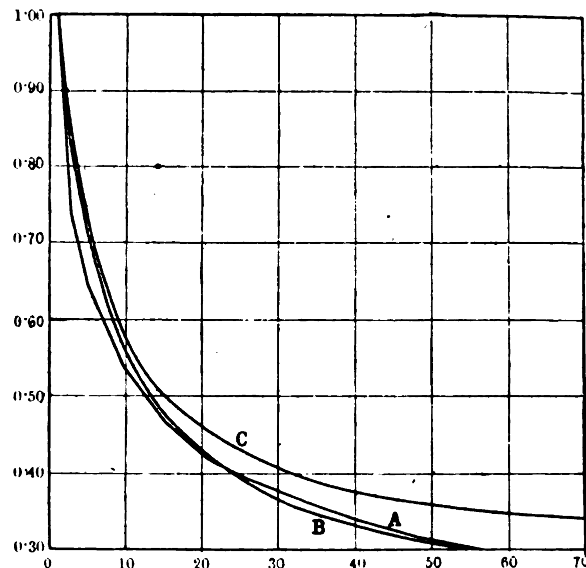



Fig. 1.

La courbe A de la figure 1 est relative au réseau de Milan et donne le rapport des prix de l'énergie pour différentes puissances au prix adopté pour 1 kilowatt ; comme on le voit, cette courbe se confond sensiblement avec la courbe B qui représente l'hyperbole équilatère.

$$y = \frac{5,7}{x + 6,2} + 0,21. \qquad (4)$$

La fonction $G=f(M)$, définie plus haut, peut être évidemment regardée comme suivant une loi analogue, et l'on pourra écrire

$$C=\frac{m}{n+M}+q.$$

les coefficients $m$, $n$ et $q$ étant déterminés par les conditions locales.

Cela posé, examinons comment nous pourrons tenir compte de l'effet du facteur de puissance; si P est le prix fixé pour une consommation maxima de 1 kilowatt, le prix par kilovolt-ampère sera

$$P_1=P\cos\varphi.$$

Si le facteur de puissance est indépendant de l'importance de l'installation et peut être considéré comme constant, la courbe B pourra donc être utilisée soit pour établir le prix du kilovolt-ampère, soit pour celui du kilowatt; mais si le $\cos\varphi$ est variable selon les puissances utilisées, suivant une certaine loi, nous devrons multiplier les ordonnées proportionnellement au rapport de la valeur de chaque facteur de puissance au facteur de puissance correspondant à un kilovolt-ampère; l'on obtient ainsi une courbe C dont l'équation est sensiblement

$$y=\frac{4,44}{x-5,2}+0,284.$$

En résumé, ce procédé de tarification qui peut être appelé la méthode de la double échelle mobile, s'applique en installant chez le consommateur un indicateur de la consommation maxima de la puissance apparente requise, et les lectures en sont faites lors du relevé des consommations. Les factures sont établies sur les bases suivantes :

1° Somme déterminée A à payer pour chaque kilovolt-ampère relevé à l'indicateur de la consommation maxima ;

1° Somme B à payer pour chaque kilowatt-heure consommé.

En faisant l'addition de ces sommes et en multipliant le résultat par un certain coefficient déterminé comme on l'a vu par une courbe ou par une formule simple, l'on obtient la facture réelle.

Naturellement les coefficients A, B, etc. dépendent des conditions locales.

P. S.

---

## LAMPES ÉLECTRIQUES ET PHOTOMÉTRIE

***Appareil pour déterminer la consommation des lampes à incandescence en watts par bougie.*** — **Hyde et Brooks.** — *The Electrician*, 28 juin 1907.

Cet appareil se compose d'un photomètre et d'un wattmètre établis de telle sorte qu'en déplaçant l'étalon de lumière du photomètre, on retire ou on introduit dans le circuit du wattmètre une résistance.

Si, par exemple, l'instrument devait être employé pour des lampes de 10 à 20 bougies, on retirerait du circuit la résistance, pendant l'essai d'une lampe de 10 bougies, et l'échelle du wattmètre serait étalonnée de telle sorte qu'elle indiquerait directement la consommation par bougie.

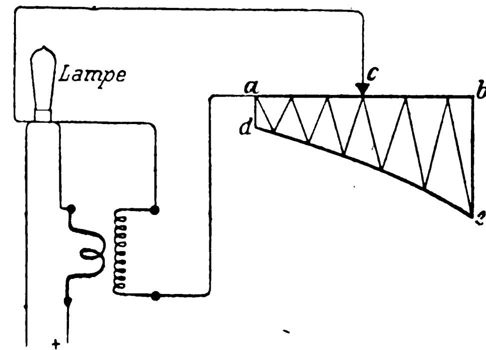



Fig. 1.

Si on mesurait ensuite une lampe de 20 bougies de même consommation relative, on devrait introduire dans le circuit une résistance telle que l'index reste au même point, malgré la consommation double du circuit. La valeur de la résistance $r$ à introduire est déterminée au moyen de la résistance $r_1$ du wattmètre, de l'intensité $I_1$ de l'étalon de lumière et de la distance $a$ de cet étalon à la plaque photométrique par la relation

$$r=r_1\left[\frac{I_1}{K}\left(\frac{x}{2a-x}\right)^2-1\right]$$

où K est un facteur de proportionalité entre la division de l'échelle et la consommation. La résistance est enroulée sur une sorte de bloc isolant sur le bord supérieur duquel glisse le contact réuni au contact du photomètre. Le bord inférieur doit être découpé suivant une courbe

dont l'expression est

$$y = \frac{2ar_1 I}{K n \rho} \frac{r}{(2a - x)^3} - h$$

où $y$ représente la hauteur du bloc à une distance $x$ de l'origine, $h$ l'épaisseur et $\rho$ la résistance par unité de longueur du fil. J. B.

---

## MESURES

***Mesure des coefficients de self-induction avec un électromètre différentiel.* — G. Athanasiadis.** — *Physikalische Zeitschrift*, 15 septembre 1907.

L'on peut mesurer le coefficient de self-induction d'une bobine de résistance ohmique R en la mettant en série avec une résistance $R_1$ sans self-induction, et en mesurant les tensions aux bornes respectives lorsque l'on fait passer dans l'ensemble un courant sinusoïdal ; c'est la méthode de Joubert. L'auteur a modifié cette méthode de la manière suivante (fig. 1), en se servant d'un

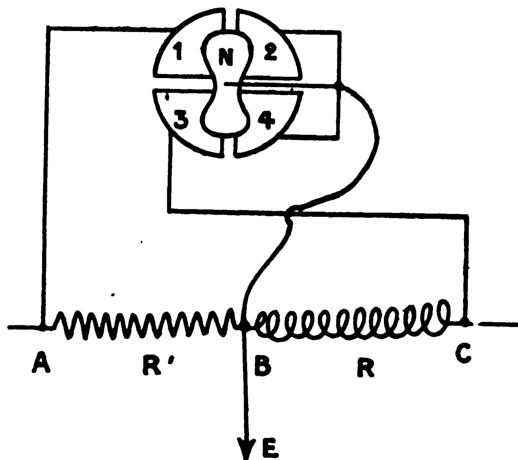



Fig. 1.

électromètre à quadrants de Lord Kelvin ou d'un électromètre symétrique genre Mascart.

Les quadrants 2 et 4, reliés entre eux et avec l'aiguille N, communiquent avec le point B de jonction entre R et $R_1$.

La borne A communique avec le quadrant 1, et la borne C avec le quadrant 3. Si la tension entre A et B est égale à celle entre B et C, l'aiguille est au zéro.

En désignant alors par $n$ la fréquence connue du courant employé, l'on a la relation

$$R^2 + 4\pi^2 n^2 L^2 = R_1^2$$

d'où la valeur du coefficient de self-induction L :

$$L = \frac{1}{2\pi n} \sqrt{R_1^2 - R^2}.$$

Le point B est relié en outre à la terre E.

Le courant employé provenait d'une petite machine à courant alternatif donnant une tension de 20 à 30 volts.

La sensibilité dépend évidemment de la tension disponible entre A et C ; elle est donc assez faible lorsque les résistances R, $R_1$ sont peu importantes.

Cependant cette méthode convient parfaitement pour la mesure des coefficients de self-induction des bobines d'appareils télégraphiques, des inducteurs, etc., etc. ; son exactitude atteint alors 0,5 à 1 %. Comme résistance $R_1$ l'on peut se servir d'une boîte de résistance sans self-induction, ou d'une solution d'un sel (avec des électrodes en métal correspondant) dont on mesurera la résistance ultérieurement, etc. L'avantage de cette méthode consiste en ce qu'elle facilite beaucoup la comparaison des tensions aux bornes des deux résistances R et $R_1$ ; elle peut rendre de bons services dans les mesures de laboratoire.

J. B.

---

## BREVETS

### MACHINES ÉLECTRIQUES

***Moteur monophasé d'induction.* — Société Felten et Guilleaume-Lahmeyer.** — Brevet allemand n° 182 060.

Pour obtenir le démarrage d'un moteur monophasé asynchrone ordinaire, l'une des phases du stator diphasé $s_2$ est alimentée au moyen d'un transformateur dont le primaire est en série avec l'autre phase $s_1$ reliée au réseau. Le transformateur est à entrefer variable afin d'obtenir un déphasage important entre $s_1$ et $s_2$. A la fin du démarrage, cet entrefer est supprimé et les deux courants statoriques parcourant $s_1$ et $s_2$ sont alors en phase ; le moteur fonctionne par suite comme à l'ordinaire [1].

[1] A part l'emploi d'un entrefer *réglable*, ce système est identique à celui proposé vers 1893 par MM. Stanley et Kelly. (N. D. L. R.)

***Démarrage des moteurs d'induction.*** — **S. v. Ammon.** — Brevet anglais n° 1 691.

Les conducteurs C (fig. 1) sont reliés aux doigts G d'un anneau F, en métal ayant une résistance spécifique élevée, au moyen de connexions souples C'. Au démarrage (fig. 1) les courants doivent circuler ainsi dans des circuits présentant une résistance ohmique notable.

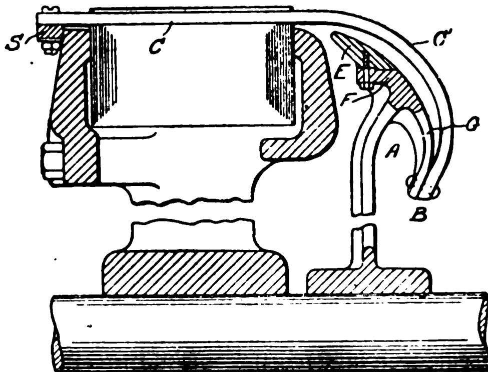



Fig. 1.

Au fur et à mesure que la vitesse augmente, l'on fait glisser sur l'arbre, à droite, tout l'ensemble A ; les doigts G et l'anneau F se trouvent ainsi retirés peu à peu des circuits du rotor, jusqu'au moment où les connexions souples C' venant enfin s'appliquer contre toute la surface extérieure de A arrivent en contact avec un deuxième anneau E supporté par le premier et en métal ayant une grande conductibilité. L'on se trouve alors dans la position de marche normale.

***Inducteurs pour turbo-alternateurs.*** — **Bruce Peebles and C° et Jens Lassen la Cour.** — Brevet anglais n° 18 532.

Les inducteurs pour turbo-alternateurs ne peuvent être établis avec pôles démontables, à cause de la difficulté d'obtenir un assemblage suffisamment résistant, étant donné la grande valeur de la force centrifuge ; d'autre part, lorsque le nombre de pôles est élevé (plus de 4) il devient, dans ces conditions, très difficile d'effectuer le bobinage de l'enroulement inducteur, à cause du manque de place. Pour remédier à cet inconvénient, les inventeurs proposent le système suivant appliqué à titre d'exemple à un inducteur à six pôles.

L'inducteur est fait en deux pièces, chacune de ces pièces portant la moitié du nombre des pôles (l'une tous les pôles nord et l'autre tous les pôles sud).

Les deux parties sont bobinées séparément et sont ensuite réunies sur un arbre commun ; l'ensemble présente alors l'aspect d'un inducteur ordinaire. Sur les figures, toutes les parties appartenant à l'une des deux pièces portent la lettre A avec divers indices ; toutes les pièces appartenant à l'autre porte la lettre B. La figure 1 donne

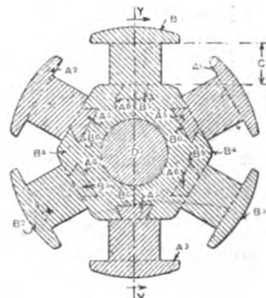


Fig. 1.

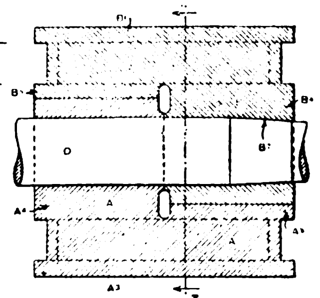


Fig. 2.

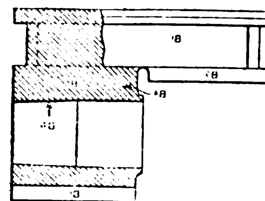


Fig. 3.

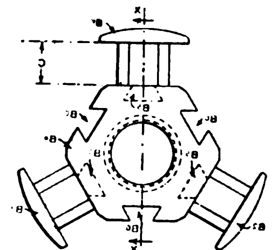


Fig. 4.

en élévation une coupe suivant la ligne ZZ de la figure 2 ; la figure 2, une coupe suivant la ligne YY de la figure 1 ; la figure 3, une vue en bout de l'une des pièces (B) ; enfin la figure 4, une coupe suivant la ligne XX de la figure 3. Comme on le voit, les deux pièces A et B s'emboîtent l'une dans l'autre au moyen d'un assemblage à queue d'hironde $A_5$ $B_5$, $A_6$ $B_6$, et, une fois le montage effectué sur l'arbre D, les pôles portés par l'une des pièces alternent avec les pôles de l'autre. Lorsque les pièces sont déboîtées, il est très facile de bobiner les pôles, la longueur C (fig. 1 et 3) occupée par les bobines inductrices ne se trouvant plus masquée par les pôles voisins (1).

(1) L'on comparera d'une manière intéressante ce dispositif ingénieux et le système d'inducteur type Lauffen-Francfort avec bobine inductrice unique concentrique à l'axe. On peut en somme considérer le premier système comme une variante

*Turbine à vapeur.* — **Brown, Boveri et Co.** — Brevet allemand n° 183 844.

Le dispositif comprend deux turbines distinctes, l'une à haute tension et l'autre à basse tension, ce qui permet de les faire tourner chacune à la vitesse la plus favorable. Dans le cas d'une installation électrique, le couplage et le maintien des vitesses respectives se font au moyen des générateurs commandés par ces turbines, et travaillant en parallèle sur un réseau.

### TRANSFORMATEURS

*Bobine à haute tension.* — **Léopold-J.-B. Drault.** — Brevet français n° 370 955.

Pour avoir un meilleur isolement entre les couches de fil *e* d'une bobine à haute tension (fig. 1), l'on se sert, pour les séparer, d'anneaux

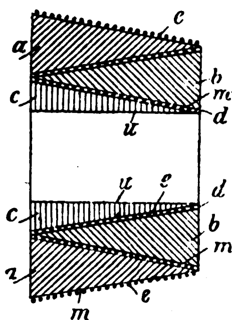


Fig. 1.

isolants tels que *a, b, c,* à surfaces coniques, de telle sorte que l'épaisseur de l'isolant est proportionnée en chaque point des anneaux à la différence de potentiel entre couches.

### ÉLÉMENTS PRIMAIRES ET ACCUMULATEURS

*Nouveau modèle de pile Callaud.* — **Rodriguez Merino.** — *Électron*, juillet 1907. (Dans le domaine public.)

Dans la pile Calaud ordinaire, l'usure du zinc est assez irrégulière et se trouve beaucoup plus accentuée à la partie inférieure ; d'autre part, la partie qui sort du liquide ne joue aucun rôle actif, et il résulte de tout ceci un déchet important, puisque le zinc doit être remplacé bien avant son usure intégrale.

Pour remédier à cet inconvénient, la Direction Générale des postes et télégraphes de Madrid a adopté l'ingénieuse disposition suivante.

Les zincs sont fondus en forme de cylindre plein, muni d'ailettes horizontales, afin d'augmenter la surface active. Au sommet du cylindre en zinc se trouve venue de fonte une tige filetée et la face inférieure du cylindre est munie d'un trou taraudé.

L'électrode négative est composée de deux de ces zincs superposés, et leur assemblage est obtenu au moyen de la tige filetée du cylindre inférieur qui vient s'engager dans le trou correspondant du cylindre supérieur.

Dans ces conditions, lorsque le cylindre inférieur, plongé entièrement dans la solution de sulfate de zinc, est complètement usé, on le remplace par le cylindre supérieur et on visse au-dessus de ce dernier un zinc neuf. Il n'y a plus ainsi aucun déchet.

D'ailleurs, la tige filetée du cylindre supérieur, restée libre, sert, au moyen d'un écrou, à fixer l'électrode négative à un support, et à rattacher le fil de ligne.

*Perfectionnements aux bacs d'accumulateurs.* — **Henry Leitner.** — Brevet anglais n° 25 761, 20 juillet 1907.

Pour vérifier aisément la densité de l'électrolyte, l'on place dans des bacs en matière transparente (verre ou celluloïd, par exemple), un tube également transparent, percé de trous, et contenant un aréomètre. Le tube de verre extérieur au bac décrit dans le brevet 3814/1905 a l'inconvénient d'être fragile, et ne convient pas par suite dans tous les cas. L'on peut également employer un bac présentant, sur un côté ou sur un angle, une rigole circulaire dans laquelle glisse un aréomètre.

du second dans laquelle, au lieu d'avoir une bobine inductrice unique l'on placerait une bobine sur chaque branche de l'inducteur. (N. D. L. R.)

# BIBLIOGRAPHIE

*I est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont* ***deux*** *exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Die antriebsmotoren für elektrische Strom erzeuger*** (Moteurs pour la commande des générateurs électriques), par **H. Spyri.** — 1 vol. gr. in-8 de 228 pages avec 92 figures. — Johann Ambrosius Barth, éditeur, Leipzig. — Prix : broché, 5,80 marks.

L'une des questions les plus importantes pour l'établissement des groupes électrogènes est évidemment celle du choix des moteurs destinés à la commande des générateurs électriques. D'un côté en effet, le constructeur de ces moteurs doit s'efforcer de leur donner les qualités requises pour cet emploi, notamment au point de vue de la vitesse de rotation, de la régularité, etc.; d'un autre côté, les ingénieurs électriciens chargés de l'étude des générateurs doivent être au courant des caractéristiques de ces divers moteurs, afin d'y adapter le plus avantageusement possible leurs machines. A ce point de vue, comme on l'a déjà dit, un bon ingénieur électricien doit posséder des connaissances étendues de mécanique appliquée, au lieu de se limiter seulement à des connaissances purement électrotechniques. L'ouvrage de M. Spyri s'adresse tout particulièrement à cette catégorie d'ingénieurs; il passe en revue successivement les moteurs hydrauliques, les moteurs et turbines à vapeur (y compris les chaudières) et les moteurs à explosion. L'auteur ne se borne pas à une simple description, mais donne également quelques calculs et renseignements techniques. De nombreux tableaux provenant de maisons de construction suisses ou allemandes indiquent les principales constantes des divers moteurs; enfin, l'on remarquera avec intérêt quelques planches montrant les dispositions variées usitées pour les installations des groupes électrogènes.

J. B.

***Impianti elettrici a correnti alternati semplici, bifasi e trifasi*** (Installations électriques à courant alternatif simple, diphasé et triphasé), par **A. Marro.** — 1 volume in-16 de 774 pages avec 347 figures et 71 tableaux. (2e édition.) — Ulrico Hoepli, éditeur, Milan. — Prix : relié, L. 8,50.

Ce volume, qui appartient à la collection bien connue des manuels Hoepli, résume en dix-sept chapitres les principes généraux et essentiels de la construction et du fonctionnement des machines génératrices et des appareils d'utilisation fonctionnant au moyen des courants alternatifs. Tandis que l'auteur déclare dans sa préface avoir omis à dessein toute démonstration de formule, l'on trouve dans son ouvrage une étude graphique détaillée du fonctionnement de certains appareils (transformateurs, moteurs d'induction, etc.); à notre avis, il eût été préférable de réduire un peu cette étude trop longue pour un manuel et de la remplacer par quelques renseignements sur le calcul de ces mêmes machines. A ce point de vue nous préférons le *Manuale dell' Ingegnere Elettricista* (1) du même auteur et de la même collection, manuel ayant d'ailleurs beaucoup de points communs avec celui-ci. Parmi les additions intéressantes, se trouve un nouveau chapitre sur la traction par courants alternatifs, malheureusement peut-être un peu trop exclusivement réservé aux courants triphasés. Quoi qu'il en soit, le manuel de M. Marro est le résultat d'un travail consciencieux et bien documenté, et il ne peut que contribuer au succès de la collection Hoepli.

J. B.

## VOLUMES REÇUS

***Les automobiles et leurs moteurs,*** par le lieutenant **de Chabot.** — 1 volume in-8 de 334 pages avec 171 figures. — E. Bernard, éditeur. Paris. — Prix : broché, 7 fr. 50.

***Exposé théorique et pratique de l'électricité industrielle,*** par **L. Zacon.** — 1 volume in-8 de 212 pages avec 94 figures. — Librairie de la Société d'Éditions techniques, à Paris. — Prix : broché, 7 fr. 50.

***Le marché financier,*** par **A. Raffalovich.** — 1 volume in-8 de 885 pages. — F. Alcan, éditeur. Paris. — Prix : broché, 12 fr.

***The variation of Manganin resistances with atmosphery humidity,*** par **W. Jaeger et St. Lindeck.** — Extrait de « The Electrician ». Londres.

(1) *Eclairage Electrique*, 29 juillet 1905, page LXVII.

CHARTRES — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 12 Octobre 1907. 14e Année. — N° 41.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



## RELEVÉ DES CARACTÉRISTIQUES EN CHARGE DES DYNAMOS ET MOTEURS

Dans un précédent article, sur le même sujet, nous avons donné une méthode générale de corrections des mesures relevées expérimentalement, lorsque les conditions imposées ne sont pas rigoureusement réalisées, et nous avons établi les théorèmes sur lesquels reposent ces corrections pour les dynamos à courant continu.

Nous allons montrer maintenant que ces théorèmes sont encore applicables, dans certaines limites tout au moins, aux dynamos à courants alternatifs synchrones : génératrices et réceptrices. Nous indiquerons également quelques modifications de notre méthode de corrections pour le cas où les théorèmes énoncés ne sont plus suffisamment approchés.

### II. Dynamos a courants alternatifs synchrones.

*Principaux genres de caractéristiques.* — La considération du décalage de phase, ou déphasage entre la tension et le courant d'un alternateur, introduit une nouvelle variable, le facteur de puissance, dans l'étude des dynamos, de sorte que l'équation caractéristique de la machine est de la forme :

$$\varphi(V, U, I, \cos\varphi, i) = 0.$$

Toutefois, avec les machines synchrones, la vitesse, imposée par la fréquence, est supposée constante de sorte que l'équation se réduit à :

$$\varphi(U, I, \cos\varphi, i) = 0.$$

Si l'on suppose tout d'abord que, parmi les quantités constantes, est compris le facteur de puissance, nous retrouvons les trois groupes de caractéristiques à courant constant, tension constante et excitation constante, chacun pour une valeur donnée du facteur de puissance.

Les cas où le facteur de puissance est regardé comme variable n'offrent aucun intérêt en pratique, et ne sont pas, par suite, à considérer.

Les trois groupes de caractéristiques rappelés ne sont pas toutefois les seuls ayant une valeur pratique, il en existe un également intéressant, c'est celui des courbes en V qui correspondent aux conditions :

$$U = c^{te}$$
$$q\,UI\cos\varphi = c^{te}$$

$q$ étant le nombre de phases de la machine.

En somme, l'étude des courbes caractéristiques des alternateurs se réduit à celle de quatre groupes de courbes ; elle est, par suite, plus simple que pour les dynamos à courant continu.

Le problème à résoudre, dans le cas où les conditions imposées n'ont pu être exactement réalisées, reste naturellement le même que pour le courant continu avec cette différence, toutefois, que les corrections peuvent porter dans chaque cas au maximum sur quatre des quantités relevées expérimentalement au lieu de trois.

*Effets de la réaction d'induit.*

Les considérations relativement à l'effet de la réaction d'induit sur la chute de tension, que nous avons données à propos des dynamos à courant continu, sont encore applicables aux alternateurs, par suite de l'identité des effets dus au décalage des balais et au déphasage du courant par rapport à la tension à vide. Toutefois ceci n'a lieu seulement, dans certaines limites tout au moins, que pour quelques-unes d'entre elles et pour cette raison que seul le déphasage du courant par rapport à la tension aux bornes doit intervenir ici. Il nous faut donc les examiner à nouveau pour le cas des alternateurs.

Le théorème de Potier sur le parallélisme des caractéristiques à courant et à déphasage constants n'est applicable aux alternateurs, dans la même largeur d'idées que pour le continu (caractéristique de l'induit droite), que pour un déphasage égal à un quart d'onde entre la tension aux bornes et le courant.

M. Potier a néanmoins indiqué que, pratiquement, le parallélisme des caractéristiques à courant et déphasage constants existe encore, tant que les déphasages entre la tension aux bornes et le courant sont supérieurs à un sixième de période ou 60°. Toutefois, dans ce cas, la direction du parallélisme comprise entre la caractéristique à vide et une caractéristique à courant et déphasage constants n'est plus proportionnelle au courant I, mais à la composante déwattée $I \sin\psi$ ($\psi$ étant le déphasage du courant par rapport au vecteur de la tension à vide), ou encore plus simplement à $I \sin\varphi$ ($\varphi$ étant le déphasage par rapport à la tension aux bornes). Cette dernière expression suppose que la tension aux bornes est suffisamment grande pour que $\psi$ soit sensiblement égal à $\varphi$.

Les valeurs des côtés de l'angle droit du triangle de Potier se trouvent aussi modifiées

avec les courants alternatifs par suite de la force électromotrice de self-induction due aux fuites magnétiques de l'induit.

Si le déphasage est d'un quart de période, la valeur du côté horizontal reste la même ou $\frac{\mathcal{F}_i}{v}$, mais la valeur du côté vertical se compose de la perte de flux $\frac{\mathcal{F}_i}{v} \times \frac{1}{\mathcal{R}_a}$ comme pour le courant continu et du flux de fuite de l'induit, tant en ce qui concerne la dispersion à travers les encoches que celle due aux parties extérieures des enroulements. Ceci suppose toutefois que l'on néglige la résistance ohmique de l'induit devant les forces électromotrices de self-induction, ce qui peut se faire sans erreur appréciable, puisque le vecteur correspondant est perpendiculaire à la tension aux bornes.

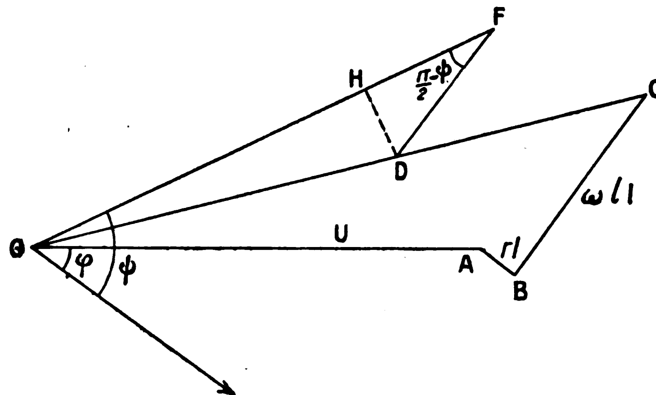



Fig. 1. — Diagramme des tensions et des ampèretours

Les forces électromotrices dues à ces flux étant proportionnelles à la vitesse, on voit que le côté vertical du triangle de Potier est proportionnel lui-même à la vitesse.

Avec un déphasage un peu inférieur à un quart de période et une tension aux bornes suffisamment grande par rapport à la force électromotrice de dispersion de l'induit, pour que l'angle $\psi$ diffère peu de $\varphi$, la figure 1 montre que la force magnétomotrice directe est sensiblement proportionnelle à I sin $\varphi$ et que la force électromotrice réellement induite dans l'alternateur est sensiblement égale à la différence de potentiel aux bornes augmentée de la composante $s$I sin $\varphi$ de la force électromotrice de self-induction due aux pertes de l'induit.

On en conclut que le côté horizontal de l'angle droit du triangle de Potier est égal à $\frac{\mathcal{F}_i \sin \varphi}{v}$ et que le côté vertical est proportionnel également à I sin $\varphi$ et à la vitesse.

Il nous reste à considérer le cas de décalages relativement faibles et celui de tension aux bornes devant lesquelles les forces électromotrices de self-induction ne sont plus négligeables. Si l'on se reporte au diagramme des tensions de Kapp, (fig. 2) et à la construction graphique tout à fait générale que nous avons donnée des caractéristiques en charge des alternateurs[1], on en peut conclure que les ordonnées représentant des flux, les forces électromotrices et les tensions aux bornes sont proportionnelles aux vitesses, tant que la résistance de l'induit peut être négligée devant l'inductance de fuite, c'est-à-dire pratiquement, tant que cos $\varphi$ est inférieur à 0.9. Cette proposition nous servira pour la généralisation des corrections de vitesse.

[1] Voir *Éclairage Électrique*, tome XXXIV, page 413, 1903, et tome XLII, page 342, 1905.

On constatera, en outre, que la différence des décalages $\psi$ et $\varphi$ vient compliquer beaucoup la question et que, par suite, la généralisation complète des théorèmes établis pour le courant continu ne sera pas possible.

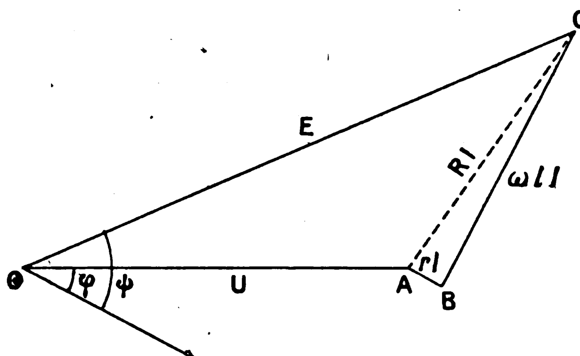



Fig. 2. — Diagramme des tensions ou de Kapp.

*Remarque.* — Ce qui précède s'applique aussi bien aux dynamos génératrices qu'aux moteurs synchrones. Il est à remarquer, en outre que, dans les deux cas, les chutes de tension, ou différence entre la tension aux bornes à vide et la tension aux bornes en charge, pour une même excitation, peuvent être positives ou négatives suivant le sens du déphasage du courant, c'est-à-dire en arrière ou en avant de la tension aux bornes.

*Théorèmes de corrections.*

Comme avec les machines à courant continu, nous examinerons seulement l'influence sur la tension aux bornes ou sur la chute de tension d'une variation de vitesse, de courant, de tension et de déphasage.

*Variation de vitesse.* — D'après ce que nous venons de dire sur la réaction d'induit, on voit que, si la résistance est négligeable devant la force électromotrice due aux fuites magnétiques de l'induit, *les tensions aux bornes, aussi bien que les chutes de tension, pour une même excitation, un même courant dans l'induit et un même déphasage de ce courant par rapport à la tension, sont proportionnelles aux vitesses et cela quelle que soit l'importance du déphasage.*

Si le déphasage $\varphi$ est pratiquement nul, l'influence de la chute ohmique sur la valeur de la tension réellement induite n'est plus négligeable; elle est au contraire du même ordre Dans ce cas, on peut néanmoins admettre encore en première approximation que son effet est négligeable puisqu'il va rapidement en s'atténuant lorsque $\varphi$ augmente. On peut aussi prendre pour U la quantité $U + rI$.

Le premier théorème établi pour les dynamos à courant continu avec décalage important des balais est donc, en somme, applicable aux alternateurs quel que soit le décalage de phase du courant.

Ce théorème absolument général, quelle que soit la saturation de l'induit et de l'inducteur, s'exprime par la relation :

$$\frac{U}{U'} = \frac{V}{V'},$$

et permet de calculer U.

*Variation du courant induit.* — Les considérations faites plus haut sur la réaction d'induit, montrent qu'il y a lieu de distinguer deux cas, suivant l'importance du déphasage $\varphi$.

1° $\cos \varphi < 0,5$. — Supposons d'abord le déphasage supérieur à un sixième de période, ou 60°, c'est-à-dire le facteur de puissance inférieur à 0,5. Dans ce cas, le théorème de Potier étant applicable dans les conditions indiquées, nous en conclurons que :

*Pour une même vitesse et un même courant d'excitation, les chutes de tension sont proportionnelles aux composantes déwattées des courants dans l'induit si ceux-ci sont peu différents.*

Nous aurons donc, avec nos notations habituelles :

$$\frac{h}{h'} = \frac{I \sin \varphi}{I' \sin \varphi'}.$$

Ce théorème permet donc de faire des corrections aussi bien sur les courants que sur les déphasages.

Comme pour le courant continu, ce théorème, approché pour les parties courbes de la caractéristique à vide, est rigoureux pour les parties droites.

2° $\cos \varphi > 0,5$. — Passons maintenant au cas des déphasages faibles. L'importance de la saturation intervient alors dans la manière de faire les corrections.

Pour le montrer, nous considérons deux cas limites, celui d'une forte saturation et celui d'une faible saturation.

Supposons d'abord la saturation assez forte pour que le flux inducteur ne varie pas sensiblement, pour une variation assez forte des ampèretours nécessaires à cette partie du circuit magnétique. Admettons également que la tension aux bornes est suffisamment grande par rapport à la force électromotrice de self-induction pour que, même avec un décalage nul, le décalage $\psi$ puisse être regardé comme restant constant pour deux valeurs voisines du courant.

Dans ce cas, le flux inducteur et l'excitation restant constants, une diminution $\Delta I \sin \psi$ du courant déwatté par rapport à la tension à vide entraînera une diminution du flux de fuite inducteur et une diminution de la composante quadratique de la force électromotrice de fuite, ou du flux correspondant, proportionnelles à $\Delta I \sin \psi$. Comme le flux inducteur, par hypothèse, reste le même, le flux dans l'induit et, par suite, la tension aux bornes, sera augmentée d'une quantité proportionnelle à $\Delta I \sin \psi$.

On aura donc ici :

$$\frac{h}{h'} = \frac{I \sin \psi}{I' \sin \psi'}.$$

Il résulte de ceci que pour des déphasages faibles avec fortes saturations, le théorème de correction reste le même que pour les forts déphasages. Toutefois, comme on ne peut plus ici remplacer $\frac{\sin \psi}{\sin \psi'}$ par $\frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'}$, la différence $\psi - \varphi$ pouvant être du même ordre que l'angle $\psi$ lui-même, on voit que l'on ne peut faire ici aucune correction sur le déphasage.

On reconnaît, de plus, que, par hypothèse, $\psi$ et $\psi'$ étant peu différents, et d'ailleurs inconnus, on doit prendre approximativement :

$$\frac{h}{h'} = \frac{I}{I'},$$

et, par suite, ajuster expérimentalement la valeur du facteur de puissance au chiffre fixé.

Passons maintenant au cas d'une faible saturation. Dans ce cas, l'ensemble des phénomènes de la réaction d'induit pouvant être assimilés à une self-inductance, puisque les flux sont alors proportionnels aux ampèretours, nous aurons, dans le diagramme des tensions

(fig. 3), en désignant par R la résistance apparente de l'induit et par E la valeur de la force électromotrice induite à vide :

$$E^2 = U^2 + R^2I^2 + 2RIU \sin \varphi.$$

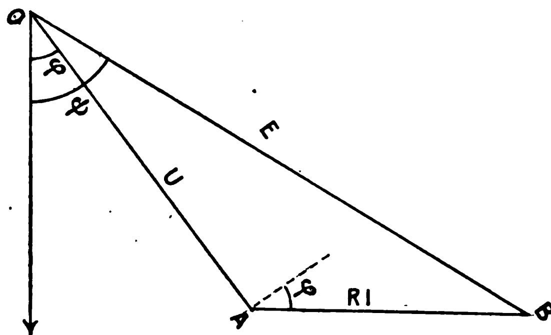



Fig. 3. — Diagramme des tensions simplifié.

On déduit :

$$U = \sqrt{E^2 - R^2I^2 \cos^2 \varphi} - RI \sin \varphi,$$

expression dans laquelle R est seul inconnu et sera à remplacer par celle tirée d'une équation analogue à la première résolue par rapport à R et correspondant aux valeurs de $U'$, $I'$ et $\cos \varphi'$ relevées expérimentalement, si la vitesse n'a pas varié.

$$R = \sqrt{\left(\frac{E}{I'}\right)^2 - \left(\frac{U'}{I'}\right)^2 \cos^2 \varphi'} - \frac{U'}{I'} \sin \varphi'.$$

Le calcul de la rectification d'un point de régime est donc alors assez long. Il peut être légèrement simplifié, dans certains cas, surtout avec les machines modernes à faible réaction, dès que E devient important par rapport à $RI \cos \varphi$, c'est-à-dire lorsque le régime considéré est assez éloigné du court-circuit.

En effet, s'il en est ainsi, on peut remplacer le radical par les deux premiers termes de son développement en série. On a alors

$$U = E - \frac{1}{2} \frac{R^2I^2 \cos^2 \varphi}{E} - RI \sin \varphi,$$

d'où l'on tire :

$$h = \frac{R^2I^2 \cos^2 \varphi + 2ERI \sin \varphi}{2E},$$

qui se réduit pour $\varphi = 0$ à :

$$h = \frac{R^2I^2}{2E}.$$

On a alors pour $\frac{h}{h'}$ les valeurs correspondantes :

$$\frac{h}{h'} = \frac{I}{I'} \cdot \frac{RI \cos^2 \varphi + 2E \sin \varphi}{RI' \cos^2 \varphi' + 2E \sin \varphi'},$$

et si $$\varphi = 0 \qquad \frac{h}{h'} = \frac{I^2}{I'^2},$$

expression qui permet de simplifier les calculs pour le cas d'un facteur de puissance égal à l'unité ou très voisin de cette valeur. Il est intéressant de rechercher à partir de quelles valeurs relatives de RI et E ces deux expressions sont applicables.

On peut toujours admettre, en pratique, que E n'est pas inférieur à 2RI, c'est-à-dire que le courant de court-circuit correspondant au courant d'excitation relevé est au moins égale au double du courant induit considéré. Dans ces conditions, le calcul montre que, pour une différence de 10 °/₀ entre I et I', par exemple $I > I'$, les valeurs réelles du rapport $\frac{h}{h'}$ déduites du calcul de U sont pour $\cos \varphi = 1$ et $\cos \varphi = 0,9$ :

$$\frac{h}{h'} = 1,23, \qquad \frac{h}{h'} = 1,14\,;$$

tandis que les deux formules précédentes donnent respectivement :

$$\frac{h}{h'} = 1,21, \qquad \frac{h}{h'} = 1,135.$$

Ces chiffres établissent donc que, pour un facteur de puissance égal à l'unité, la formule :

$$\frac{h}{h'} = \frac{I^2}{I'^2},$$

est satisfaisante en pratique, et que, pour un facteur de puissance égal au plus à 0,9, la formule :

$$\frac{h}{h'} = \frac{I}{I'},$$

peut être sans inconvénient substituée à celle faisant intervenir R.

Dans ce dernier cas, les corrections sont donc les mêmes que pour une forte saturation.

D'après ce qui précède, on voit que seul, le cas de $\cos \varphi = 1$ est compliqué, puisque la valeur du rapport $\frac{h}{h'}$, pour des intensités voisines, passe du rapport des carrés des courants à la simple proportionnalité, lorsque la saturation augmente ou autrement dit lorsque l'excitation considérée correspond à un point de la caractéristique à vide situé dans le genou de cette courbe. Pour ces excitations, en effet, la loi du rapport est inconnue et dépend de l'excitation.

On peut obtenir de bons résultats en pratique en prenant, pour cette loi, la loi empirique suivante :

$$\frac{h}{h'} = \frac{\alpha I + \beta I^2}{\alpha I' + \beta I'^2},$$

dans laquelle (fig. 4) $\alpha$ et $\beta$ représentent les distances du point A, correspondant à l'excitation considérée dans le genou de la caractéristique à vide, aux points B et C, abscisses des

points de cette courbe où commence et cesse le genou de la courbe. Si l'on convient de plus de supposer :

$$\alpha = 0 \quad \text{avec} \quad \beta = 1,$$

dans la partie non saturée et :

$$\alpha = 1 \quad \text{avec} \quad \beta = 0,$$

dans la seconde partie droite de la caractéristique à vide, cette formule pourra convenir dans tous les cas où le facteur de puissance est égal à l'unité.

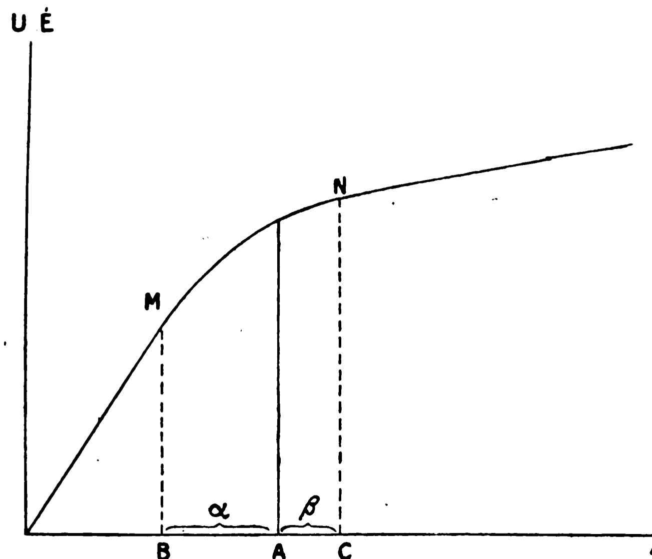



Fig. 4. — Définition des quantités α et β.

En résumé, le théorème sur les variations d'intensités sera encore, dans les nouvelles conditions indiquées, suffisamment exact pour la pratique tant que les différences de courant ne dépasseront pas 10 %.

*(A suivre.)* C. F. Guilbert.

# LE NOUVEAU TABLEAU DE LA STATION DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ A VIENNE (¹)

La station centrale de la Société Internationale d'Électricité, à Vienne, est non seulement une des plus anciennes, mais encore une des plus puissantes usines génératrices à courant alternatif avec machines à vapeur. Elle date de 1889 et, au début, elle ne comprenait qu'une locomobile ; toutefois, dans la même année le matériel générateur s'accrut d'un alternateur de 300 H. P., et l'année suivante on procéda à l'installation de 7 unités de 600 H. P. et de 8 unités de 800 H. P. Pour les développements suivants l'on choisit comme type un groupe

(¹) D'après l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* du 1er septembre 1907.

électrogène de 1 000 H. P. avec alternateur diphasé, et actuellement 5 groupes de ce type sont en service.

En procédant aux derniers développements de l'usine, l'on perfectionna également toute l'installation ; l'on adopta la distribution à soupapes pour toutes les machines à vapeur, l'on remplaça les anciens alternateurs par des générateurs diphasés de construction moderne, et l'excitation des machines fournie autrefois par des groupes électrogènes spéciaux, fut assurée par des excitatrices accouplées directement avec les alternateurs.

L'installation des machines ainsi améliorée, l'on conserva encore un an environ l'ancienne installation des tableaux, bien que celle-ci ne répondît plus aux besoins d'une exploitation moderne. Ce n'est pas que l'on eût contesté l'opportunité d'une transformation, mais l'on pensait qu'une telle opération entraînerait nécessairement des perturbations dans le service, ce qu'il fallait éviter à tout prix.

D'après les dispositions locales, cette transformation devait, en effet, être exécutée de telle sorte que les nouveaux tableaux pussent être montés à la même place que les anciens, sans que pour cela ces derniers cessassent d'assurer le service jusqu'à l'achèvement complet des travaux.

Cependant, grâce aux dispositions prises avec la plus grande prudence, et au concours efficace du personnel de la Société qui avait été chargée de l'entreprise, la transformation fut exécutée en peu de mois, sans que le service eut à souffrir de la moindre perturbation.

Cette transformation fut confiée à l'Union Elektrizitäts-Gesellschaft, dont le projet comportait l'emploi du système de tableau à chariots du P^r^ Klingenberg.

La caractéristique de ce système consiste en ce que les panneaux sur lesquels sont montés les appareils ne sont pas fixes comme à l'ordinaire, mais peuvent être déplacés individuellement.

Chacun de ces panneaux est fixé sur un support formant chariot et pouvant se déplacer sur des rails placés dans une chambre fermée à clef située sur la plate-forme ; il porte les appareils correspondants à chaque câble d'alimentation et à chaque machine, et les connexions avec les barres de couplage sont assurées par des fiches spéciales. Par suite de ce dispositif, l'on a la faculté d'isoler un groupe quelconque d'appareils en retirant le chariot correspondant, sans aucun démontage, de telle sorte que les visites et les réparations peuvent être effectuées à l'extérieur de la chambre de la haute tension, à un endroit quelconque, permettant d'accéder facilement aux divers organes ; tout danger de contact, pendant la réparation, avec d'autres appareils en service se trouve ainsi écarté.

Pour les réparations importantes, le chariot est chargé sur une voiture spéciale, afin de le transporter au besoin à l'atelier de réparation.

D'autre part, l'on peut posséder un chariot de rechange, et le remplacement peut être effectué en quelques minutes, ce qui réduit beaucoup l'arrêt dans l'exploitation.

Il suffit d'ailleurs de prévoir un seul chariot de réserve pour chaque catégorie de panneaux, et ainsi le prix d'une installation importante ne se trouve pas sensiblement augmenté.

Le tableau de la station de la Société Internationale d'Électricité comporte deux étages ; à l'étage supérieur se trouvent les panneaux des machines et ceux servant aux couplages, à l'étage inférieur sont les panneaux correspondant aux câbles de distribution.

Toutefois, pour centraliser la surveillance, à l'étage supérieur se trouvent également les instruments de mesure de ces câbles et les boutons de commande pour les interrupteurs correspondants.

L'installation comporte 12 panneaux pour les machines et 12 panneaux pour les départs de câbles. Les premiers sont disposés en nombre égal de part et d'autre des panneaux de couplage.

Les générateurs, de 600 K. W., fournissent du courant diphasé à 200 volts et 42 périodes.

Pour leur couplage en parallèle, l'on se sert encore d'un rhéostat à haute tension provenant de l'ancienne installation, lequel sert à charger la machine à coupler avant de la réunir aux barres de distribution ; on se sert aussi de transformateurs de couplage décrits plus loin.

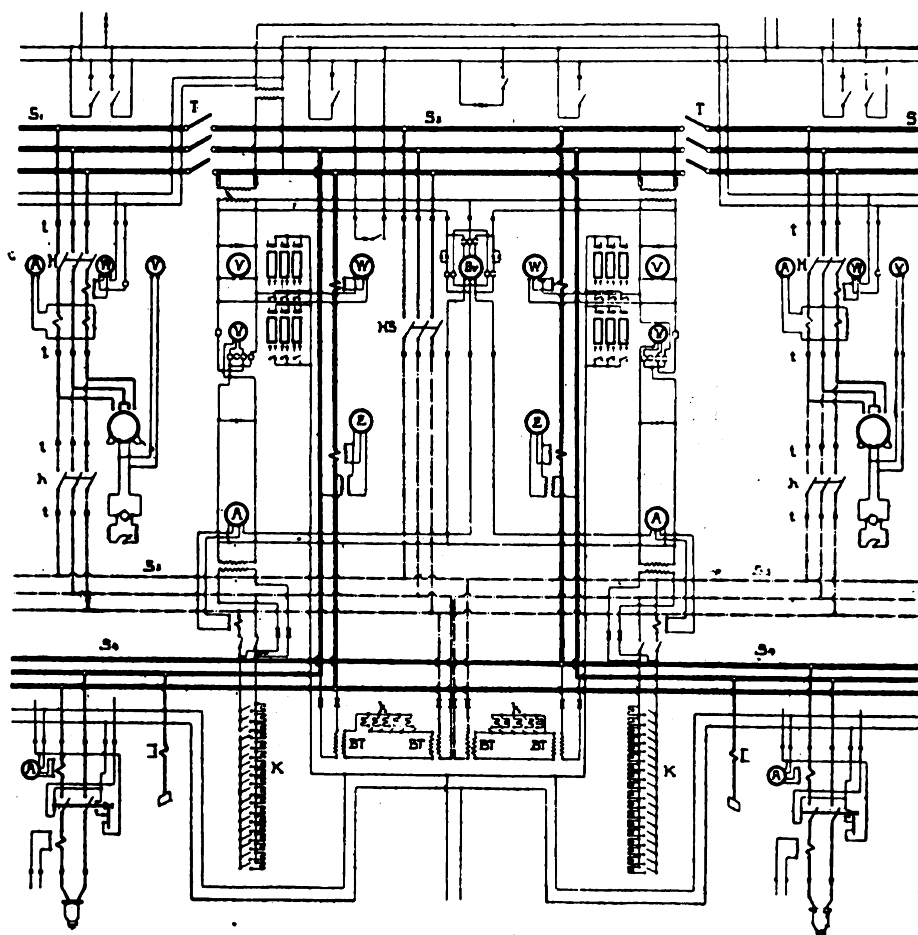



Fig. 1.

Le courant sort de l'usine au moyen de câbles concentriques à deux conducteurs de $2 \times 200$ millimètres carrés à $2 \times 300$ millimètres carrés de section.

La figure 1 donne le schéma des connexions pour le tableau de couplage et pour deux panneaux de machines.

Les barres de couplage $S_1$, $S_2$ sont reliées avec celles du tableau de couplage au moyen d'interrupteurs T; des barres $S_3$ partent des connexions aboutissant aux barres de distribution $S_4$.

Au moyen d'un système de barres auxiliaire $S_5$, chaque machine peut être reliée avec le rhéostat de couplage.

Pour chaque générateur, deux interrupteurs à huile à haute tension H et *h* sont prévus, afin de le relier soit à $S_1$ (ou $S_2$), soit à $S_5$.

Le premier fait partie des chariots principaux, et le second est placé sur des petits chariots se déplaçant au-dessous.

Les figures 2 et 3 montrent l'aspect d'un des chariots principaux (1); les petits chariots sont analogues, mais ne comportent pas d'appareils de mesure.

Les interrupteurs principaux que l'on ferme à l'aide d'un volant (voir fig. 2), peuvent être ouverts par une simple pression sur un bouton ; ils comportent deux systèmes d'enclanchement, l'un bloquant l'interrupteur une fois ouvert, et l'autre empêchant le déplacement du chariot lorsque l'interrupteur est fermé.

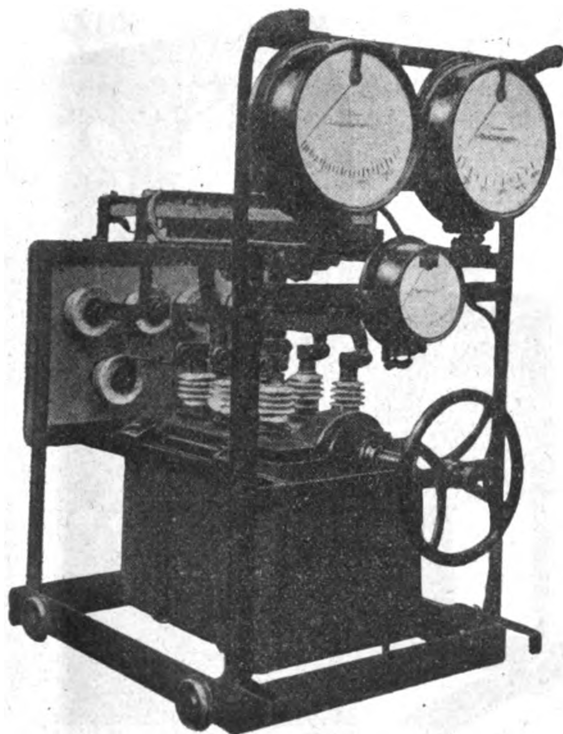


Fig. 2.

Les interrupteurs auxiliaires *h*, qui ne servent qu'un instant, sont de construction ordinaire et comportent seulement le premier enclanchement. En *t* se trouvent représentées les connexions à fiche signalées plus haut. Sur les chariots des machines se trouvent un ampèremètre avec transformateur, un wattmètre avec transformateur et un voltmètre à courant continu pour l'excitatrice. Des connexions à fiche auxiliaires réunissent ces appareils aux divers câbles.

Les rhéostats d'excitation, non amovibles, sont commandés par des volants placés contre le panneau principal et le panneau auxiliaire.

Les panneaux de couplages comprennent, pour chaque phase, un wattmètre et un compteur pour 4 000 K. W.

Les rhéostats à haute tension K, avec combinateur de réglage dans l'huile sont de 200 K. W.; en série avec les secondaires des transformateurs de couplage BT se trouvent des rhéostats de charge réglables à basse tension *k* (fig. 1).

(1) Le figure 2 montre le chariot avec le panneau démonté ; la figure 3 montre le chariot avec le panneau en place.

Le couplage s'opère alors comme suit.

Une fois la machine à coupler mise en route, on la charge, par la manœuvre de *h*, au moyen du rhéostat K. Lorsqu'elle a atteint à peu près le synchronisme, l'on diminue progressivement la résistance des secondaires des transformateurs BT, ce qui provoque le couplage électrique de l'alternateur avec les autres. L'on ferme alors à cet instant l'interrupteur HS placé au centre du tableau à côté des indicateurs de synchronisme ; une fois le couplage ainsi terminé, l'on ferme l'interrupteur H et l'on coupe HS et *h*, après avoir court-circuité complètement le rhéostat K.

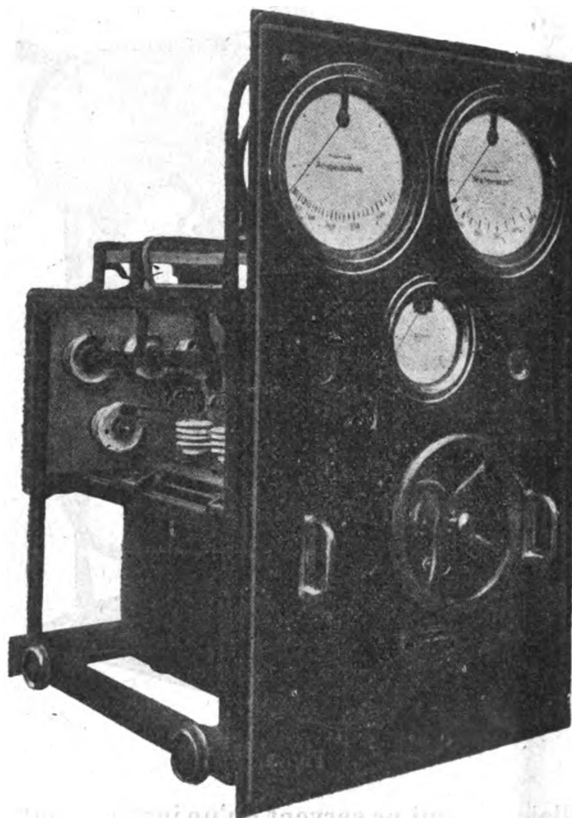


Fig. 3.

Les 12 panneaux des départs de câble sont munis d'interrupteurs à huile que l'on ferme à l'aide d'un volant; leur ouverture est provoquée par un électro-aimant commandé soit par un bouton, soit par un relais spécial. Ce relais est actionné par un petit moteur d'induction analogue à ceux usités dans les compteurs, et alimenté au moyen d'un petit transformateur en série avec le câble. Un ressort antagoniste à spirale s'oppose à la rotation de ce petit moteur qui peut fermer le circuit de l'électro de déclanchement, après avoir effectué une rotation de plusieurs tours. On réalise ainsi un disjoncteur ne coupant le circuit qu'après une surcharge d'une durée déterminée de 2 à 10 secondes. En même temps, l'électro-aimant débraye le volant de commande à main de manière à ce que l'on ne puisse maintenir la fermeture de l'interrupteur.

Outre ces interrupteurs et ces relais, les panneaux des câbles comportent encore des ampèremètres avec transformateurs, donnant des indications sur champ.

Au-dessous de ces ampèremètres se trouvent les boutons de commande des interrupteurs, et au-dessus, des lampes qui s'allument lorsque les interrupteurs sont ouverts.

Enfin des signaux optiques divers assurent la communication entre les mécaniciens et les électriciens préposés au tableau.

J. Reyval.

# LA GRANDE INDUSTRIE ÉLECTROCHIMIQUE

## LA FABRICATION ÉLECTROLYTIQUE DES CHLORATES ALCALINS

Revue critique des perfectionnements récents relatifs a cette fabrication.

Les perfectionnements qui ont été apportés au procédé Gall et de Montlaur dont nous nous sommes occupé dans une précédente étude (1), ont eu pour objectif la suppression du diaphragme poreux, ou son remplacement par un autre dispositif approprié ; ils se rapportent d'autre part à l'amélioration du rendement en chlorates alcalins par ampèreheure.

Déjà, lors de l'étude que nous avons faite du procédé Gall et de Montlaur, nous avons été amenés à dire quelques mots de ces perfectionnements. Nous allons maintenant en faire une étude critique et détaillée, qui constituera un exposé de l'état actuel de la fabrication électrolytique des chlorates alcalins.

*Question du diaphragme poreux.* — Ainsi que nous l'avons vu, la question du diaphragme poreux est des plus importantes, et elle n'a pas été sans causer de sérieux ennuis à cette industrie.

C'est en vue du rendement qu'on a placé un diaphragme séparant la cellule anodique de la cellule cathodique, afin d'empêcher la réduction à la cathode du chlorate formé au voisinage de l'anode.

Or, on éprouve les plus grandes difficultés à trouver une matière appropriée pour constituer ce diaphragme poreux.

Cette matière doit, en effet, pouvoir résister à la présence d'un alcali caustique moyennement concentré et chaud, puisque la fabrication des chlorates alcalins exige une température de 50° à 60° C. Les diaphragmes en terre poreuse ne peuvent pas résister dans ces conditions.

Ils sont, en effet, constitués, au point de vue chimique, de silicates divers, qui réagissent partiellement avec l'alcali caustique pour donner un silicate alcalin soluble, ce qui entraîne la désagrégation rapide du diaphragme. Il y a mieux encore ; ce silicate alcalin s'électrolyse lui-même partiellement ; le radical acide se porte à l'anode, s'y décompose en oxygène qui se dégage et en silice gélatineuse qui envahit la cellule anodique et en immobilise l'électrolyte. On est obligé d'arrêter la fabrication continue et de procéder au remplacement des diaphragmes.

En fait, ce remplacement des diaphragmes poreux dans une usine d'une certaine importance atteignait le chiffre d'une trentaine de mille francs par an, c'est-à-dire comme ordre

(1) *Éclairage Électrique*, tome LII., 27 juillet, 10 et 17 août 1907, p. 109, 181 et 224.

d'importance plus de 1 % du chiffre d'affaires. On comprend, dès lors, l'intérêt industriel considérable qui s'attachait à cette question du diaphragme.

Le sdépenses qui résultent de ce remplacement atteignant ainsi une valeur très importante, l'on a cherché d'abord à supprimer le diaphragme en adoptant une disposition horizontale pour les électrodes et en comptant sur la gravité pour résoudre la difficulté.

Mais, ici, le dégagement gazeux considérable aux électrodes cause une agitation mécanique de l'électrolyte qui rend pratiquement impossible une superposition par différence de densités.

On ne tarda donc pas à être obligé de renoncer à ce dispositif et à revenir à la disposition verticale des électrodes avec l'emploi d'un diaphragme réel.

On a vu, par l'étude détaillée que nous avons faite du procédé Gall et de Montlaur, qu'il y avait intérêt à réduire le volume relatif de la cellule cathodique et à augmenter au contraire considérablement celui de la cellule anodique. On en vint tout naturellement à réduire à sa plus simple expression les dimensions de la cellule cathodique, en enveloppant directement la cathode par le diaphragme, alors constitué par un tissu d'amiante.

Cette disposition réalisait incontestablement un certain progrès, mais ce diaphragme n'était pas encore à l'abri de toute critique, puisque l'amiante est constitué par des silicates métalliques (silicates de chaux et de magnésie), et, comme tel, subissait l'action désagrégeante de l'alcali caustique et faisait envahir l'électrolyte par de la silice gélatineuse, sous l'action du courant d'électrolyse.

Devant ces inconvénients inhérents à l'emploi d'un diaphragme siliceux fût-il constitué par de l'amiante, et devant la constatation faite que l'on pouvait réduire pour ainsi dire à rien les dimensions de la cellule cathodique, il fallait trouver autre chose.

On eut alors l'idée de constituer le diaphragme par des dépôts chimiques effectués sur la cathode, par de l'hydrate de chaux par exemple.

Il suffit, en effet, pour éviter la réduction cathodique par l'hydrogène *naissant* du chlorate formé, d'empêcher la solution de ce sel de venir au contact *immédiat* de la cathode, c'est-à-dire dans cette couche de passage entre l'électrode et l'électrolyte, où les ions rechargés en sens contraire de leur sens normal habituel par la source d'électricité viennent réagir sur les ions de l'électrolyte, en donnant naissance à des molécules neutres, par saturation réciproque de leurs charges électriques de sens contraire.

Nous avons mis en évidence ce phénomène, qui éclaire la formation d'une molécule chimique neutre à partir de ses ions, lors de l'étude du *Phénomène de l'Électrolyse* (1). Nous reviendrons prochainement ici même sur ce sujet. Nous avons également trouvé cette couche de passage dans notre *Essai sur la Théorie des Piles* (2), en étendant la théorie aux couples électrochimiques à électrodes ou dépolarisants pratiquement insolubles, mais fortement tassés et comprimés le long d'une âme bonne conductrice du courant électrique.

Les perfectionnements récents relatifs aux diaphragmes consistent donc dans leur mode de constitution par une pellicule d'une matière convenable, et appropriée aux circonstances particulières de la fabrication, déposée sur la cathode, d'une manière analogue, mais non pas semblable à ce qui se produit avec les soupapes électrolytiques bien connues, dans lesquelles une pellicule d'alumine se forme spontanément sur l'électrode en aluminium pendant le temps qu'elle est anode, et empêche le passage du courant par suite de sa mauvaise conductibilité.

(1) *Éclairage Électrique*, 1905, t. XLII, n° 4, p. 128.

(2) *Éclairage Électrique*, 1903, t. XXXV, n° 22, p. 324.

On ne cherche pas ici à déposer sur l'électrode un isolant, mais seulement un diaphragme extra-mince réduisant le volume de la cellule cathodique à de très faibles proportions, empêchant ainsi le contact immédiat de la cathode et de l'électrolyte anodique chargé de chlorate alcalin, et évitant par conséquent la réduction cathodique du chlorate alcalin déjà formé.

Plusieurs des brevets que nous allons étudier sous ce rapport de la question du diaphragme ayant aussi abordé la question de l'amélioration du rendement, il nous paraît préférable de traiter d'abord cette question en général, avant d'en aborder l'étude particulière dans les différents procédés proposés en vue de cette amélioration du rendement.

*Amélioration du rendement.* — Cette question, que nous avons déjà examinée dans ses grandes lignes lors de l'étude du procédé Gall et de Montlaur, est également des plus importantes, particulièrement dans cette fabrication.

Sans doute, dans l'industrie en général, on doit toujours s'efforcer de tendre vers le rendement théorique. Mais il est de nombreux cas où cette question du rendement prend une importance plus particulière, et la fabrication électrolytique des chlorates alcalins en est un exemple, ainsi que l'on pourra en juger par les considérations suivantes:

Le prix de l'énergie électrique obtenue au moyen de la force motrice hydraulique toujours à bon marché ne doit pas être pris ici en considération, mais les anodes en platine iridié représentent une importante dépense qui exige que l'on produise avec le rendement maximum, et que l'on marche autant que possible à pleine charge.

On comprend dès lors facilement que l'on se soit plus particulièrement attaché à obtenir une amélioration de rendement dans cette fabrication, d'autant mieux que les rendements en chlorate atteints à l'origine n'étaient que de 40 % environ, et laissaient ainsi entrevoir la possibilité, presque la certitude, d'une amélioration notable et fructueuse du rendement. Ces espérances de progrès n'ont pas été déçues.

Une importante amélioration du rendement avait été obtenue dès 1898 par M. Miller, par l'addition dans l'électrolyte d'une petite quantité d'un bichromate alcalin.

La plupart des perfectionnements récents visent au maintien du bichromate à cet état chimique dans l'électrolyte. La présence d'un bichromate exige que l'électrolyte soit acide, ou au moins neutre, mais elle est incompatible avec la présence d'un électrolyte alcalin, car le bichromate alcalin se transformerait alors en chromate neutre de potassium, par suite de la saturation par l'alcali libre de l'acide libre du bichromate.

Or, si l'on ne prend aucune précaution spéciale, et que l'on parte d'un électrolyte neutre, cet électrolyte ne tarde pas à devenir alcalin. En effet, une partie du chlore mis en liberté par l'électrolyse, se dégage, entraîné mécaniquement par l'oxygène également libéré à l'anode, sans avoir réagi sur l'alcali caustique pour former d'abord l'hypochlorite, puis le chlorate alcalin. On cherchera donc à saturer progressivement cet excès d'alcali libre, pour ramener l'électrolyte à l'état neutre, parfois même à l'état légèrement acide.

Bien entendu, ce n'est pas à un acide quelconque que l'on aura recours pour cette saturation, mais on s'adressera à un acide qui maintienne à l'électrolyte sa composition chimique, c'est-à-dire à l'acide chlorhydrique.

L'existence d'un électrolyte acide n'est pas cependant sans inconvénients à cause de l'attaque du platine iridié des anodes. Aussi certains des perfectionnements proposés visent à la saturation de l'alcali caustique libre par des réactions spéciales de double décomposition, avec précipitation d'un corps composé insoluble (procédé Couleru).

•••

Dans un autre procédé, au contraire, on marche franchement en électrolyte alcalin à l'anode, pour éviter autant que possible l'attaque du platine iridié de l'électrode. On emploie par conséquent comme addition un chromate neutre alcalin, puisqu'un bichromate est incompatible dans ces conditions particulières d'alcalinité de l'électrolyte, et on produit par électrolyse à la fois un chlorate et un bichromate alcalins. C'est le procédé Gibbs, dont le point faible réside dans l'emploi d'un diaphragme poreux en amiante.

*Comment agit le bichromate alcalin dans son rôle bienfaisant?* — La question est délicate à élucider. Il est incontestable que l'acide chromique est un oxydant, et comme tel tend à s'opposer à la réduction cathodique du chlorate alcalin, en se réduisant à sa place, et en se réoxydant ensuite par suite de la présence du chlore. Le bichromate devrait donc une partie de son action bienfaisante sur le rendement à sa facilité de réduction et de réoxydation successives ; ainsi ce corps joue un rôle de navette, et comme tel intervient par conséquent efficacement par de très faibles proportions, et pour ainsi dire d'une manière catalytique. Ce rôle oxydant est nettement mis en évidence par le fait que le rendement de 40 °/₀ en chlorate alcalin, hors de la présence d'un chromate, s'élève à 60 °/₀ en présence d'un chromate alcalin, et atteint même 90 °/₀ en présence d'un bichromate alcalin, c'est-à-dire en électrolyte légèrement acide, où l'acide chromique devient d'autant mieux un oxydant qu'il est en liberté, et non plus combiné à une base.

Mais ce rôle du bichromate alcalin ne paraît pas être le seul ; il semblerait que l'électrolyse des sels de chrome de l'électrolyte en précipite une faible partie sur la cathode à l'état d'une couche extrêmement mince de chrome métallique, qui s'oxyde sans doute au contact de l'électrolyte et des produits oxydants qu'il renferme, en formant ainsi un diaphragme pelliculaire évitant la réduction cathodique du chlorate déjà formé, en empêchant son contact direct avec l'électrode.

Ce rôle spécial de diaphragme, réalisé par le chrome, ne lui est pas particulier ; nous verrons, en effet, qu'un grand nombre d'autres métaux agissent comme le chrome et améliorent le rendement en chlorate alcalin en atténuant la réduction cathodique ; ces métaux sont, par exemple, le vanadium, le manganèse, le molybdène, l'urane, le fer, le titane, le plomb, le cuivre, l'antimoine et le sélénium, et leur rôle a été mis en lumière par les expériences de la Société Anonyme Deutsche Solvay-Werke Aktien Gesellschaft. Nous examinerons plus loin ces procédés dont les expériences éclairent d'un jour tout particulier ce rôle de diaphragme joué par le chrome dans l'addition à l'électrolyte d'un bichromate alcalin.

## ÉTUDE CRITIQUE DES BREVETS RÉCENTS RELATIFS A LA FABRICATION ÉLECTROLYTIQUE DES CHLORATES ALCALINS.

*Procédé R. Threlfall* (Brevet français n° 326 460 du 19 novembre 1902). — Dans ce procédé, on cherche à éviter la possibilité pour l'électrolyte de devenir alcalin, ce qui entraînerait, comme on l'a vu, une diminution du rendement en chlorate alcalin, une partie de plus en plus importante du courant décomposant inutilement l'eau rendue conductrice par l'alcali caustique, ou, si l'on préfère, cet alcali caustique même, avec mise en liberté stérile pour la réaction désirée, d'oxygène et d'hydrogène aux électrodes.

Pour réaliser ici ce desideratum, l'inventeur dispose dans l'électrolyte une seconde cathode auxiliaire, de dimensions réduites, placée à l'intérieur d'un vase poreux. Par la dimension relative donnée à la surface de cette cathode auxiliaire, on s'arrange pour qu'une

faible partie du courant total (5 °/₀ par exemple), passe par cette cathode : il en résulte qu'une partie (environ 5 °/₀) de l'alcali caustique libérée sur l'ensemble de la surface cathodique se trouve ainsi retenue dans le vase poreux et échappe par conséquent aux réactions secondaires de l'électrolyte. Ce procédé n'échappe d'ailleurs pas aux reproches justement adressés à l'emploi de diaphragmes poreux.

On s'arrangera pour que ce pourcentage d'alcali caustique soustrait à l'électrolyte général et ne participant pas aux réactions postérieures compense le pourcentage du chlore mécaniquement entraîné dans le dégagement gazeux d'oxygène de l'anode.

Envisagé de près, ce procédé revient à marcher en électrolyte légèrement acide, l'acide libre étant ici constitué justement par le radical acide du composé formé transitoirement dans la fabrication électrolytique des chlorates alcalins, l'acide hypochloreux.

En effet, puisqu'une partie de la soude provenant de l'électrolyse est soustraite aux réactions, l'électrolyte contient un léger excès de chlore libre. Ce corps réagit sur l'hypochlorite alcalin formé pour redonner le chlorure alcalin avec mise en liberté d'acide hypochloreux, suivant la réaction, en prenant comme métal alcalin le potassium, par exemple :



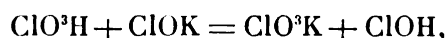
$$ClOK + H^2O + Cl^2 = KCl + 2ClOH.$$

Par suite de l'élévation de la température vers les 50° à 60° C., l'acide hypochloreux instable dans ces conditions se scinde, comme on l'a vu dans l'étude de la fabrication chimique des chlorates alcalins, en acides chlorhydrique et chlorique suivant la réaction :



$$3ClOH = 2HCl + ClO^3H.$$

L'acide chlorique ainsi formé réagit à son tour comme acide plus fort sur l'hypochlorite alcalin produit par les réactions secondaires de l'électrolyse :



$$ClO^3H + ClOK = ClO^3K + ClOH,$$

c'est-à-dire que l'acide chlorique s'empare du métal alcalin, et met en liberté de l'acide hypochloreux, qui se trouve ainsi continuellement régénéré, et qui redonnera indéfiniment les mêmes réactions.

L'expérience montre qu'un degré convenable d'acidité pour l'électrolyte est de 1^gr^,5 à 2 grammes d'acide hypochloreux libre par litre. Le rendement se maintiendrait alors à environ 90 °/₀ en chlorate alcalin.

Comparant son procédé à ceux dans lesquels l'électrolyte est additionné d'un chromate alcalin et un dépôt d'hydrates de chaux effectué sur la cathode à titre de diaphragme, obtenu d'ailleurs très simplement en ajoutant des sels de calcium à l'électrolyte, l'inventeur dit que, dans ce dernier cas, on ne peut obtenir pratiquement une concentration supérieure à 15 grammes de chlore actif par litre, à la température de 30° C., en partant de solutions salines à 10 °/₀, dans la fabrication des hypochlorites.

Ce procédé, qui n'est pas sans offrir un certain intérêt, ne peut échapper à la critique générale de l'emploi d'un diaphragme poreux en présence de soude caustique et à chaud, sous l'influence du courant.

On remarquera cependant que les inconvénients généraux du diaphragme poreux en terre ou en porcelaine d'amiante sont ici réduits dans la très forte proportion de 95 °/₀, puisqu'une faible partie seulement (environ 5 °/₀) du courant général intéresse la cathode auxiliaire et traverse effectivement la cloison poreuse.

*(A suivre.)* Georges Rosset

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Étude du fonctionnement des moteurs monophasés*** (*fin*)[1]. — **H. Görges.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1er août 1907.

15° Winter et Eichberg emploient un transformateur pour régler l'intensité du courant dans l'enroulement Y du rotor, et modifier le rapport du nombre d'ampère-tours dans cet enroulement au nombre d'ampère-tours dans l'enroulement X du stator. Si, pour une intensité de courant primaire constante $J_x$ et un nombre de tours d'enroulement primaire constant du transformateur, on modifie le nombre de tours d'enroulement secondaire de celui-ci, le flux $\Phi_y$ varie à peu près comme l'inverse du nombre de tours de l'enroulement secondaire. Si donc on augmente le nombre de tours secondaires, $\Phi_y$ diminue et la vitesse doit croître proportionnellement à l'inverse de $\Phi_y$ pour que $\Phi_x$ ait à nouveau sa valeur primitive. $J_x$ a alors son intensité primitive et sa phase primitive ; le couple a diminué, tandis que la puissance est restée constante. D'autre part, $E'_y$ est devenue plus petite, $E''_y$ est devenue plus grande ; en général la différence de potentiel aux bornes a diminué et le facteur de puissance a augmenté. Si l'on élève la tension jusqu'à sa valeur primitive, la puissance augmente ou, si l'on réduit la vitesse, le couple augmente. Pour renforcer le couple pour une vitesse donnée, on doit donc augmenter le nombre de tours secondaires du transformateur et diminuer $\Phi_y$. On a cherché à voir là le défaut de principe de ce moteur.

Dans le moteur de Latour et Winter-Eichberg, les courants de court-circuit de la commutation modifient les phénomènes. Leur action est la même que dans le moteur série : ils augmentent la puissance absorbée, particulièrement au démarrage.

16° Si l'on considère finalement le moteur simple à court-circuit ou moteur à répulsion, il se produit à l'arrêt deux forces électromotrices $E'_x$ et $E'_y$ dans l'enroulement du rotor court-circuité (fig. 28) ; l'on peut très approximativement considérer ces tensions comme égales et opposées l'une à l'autre. Les flux $\Phi_x$ et $\Phi_y$ ont donc aussi des phases à peu près opposées. Mais $\Phi_y$ est produit uniquement par le courant rotorique J et a à peu près la même phase que J ; il en résulte que $\Phi_x$ et J sont déphasés d'environ 180° l'un par rapport à l'autre. Il se produit deux couples ($\Phi_x$, $N_y$J) et ($\Phi_y$, $N_x$J) de même sens, et le moteur démarre énergiquement dans le sens positif.

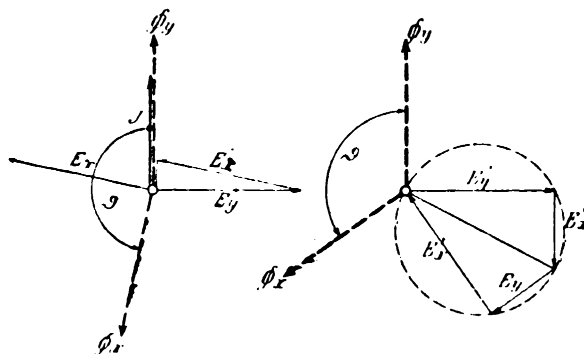


Fig. 28 et 29.

Par suite de la rotation, il se produit encore des forces électromotrices $E''_x$ et $E''_y$ (fig. 29). La somme des quatre forces électomotrices doit alors être égale à la chute de tension dans l'enroulement court-circuité. On peut la supposer approximativement nulle. Si l'on se représente l'enroulement court-circuité remplacé par un enroulement X et par un enroulement Y, reliés en série et court-circuités, on doit prendre le rapport des nombres de tours de ces enroulements égal à la tangente de l'angle $\gamma$ dont a tourné l'axe de l'enroulement véritable par rapport à la position neutre. On a alors

$$\mathrm{tg}\,\gamma = \frac{N_y}{N_x}. \qquad (25)$$

Les vecteurs des deux forces électromotrices étant perpendiculaires l'un à l'autre, on doit avoir :

$$E'^2_y + E''^2_x = E''^2_y + E'^2_x. \qquad (26)$$

(1) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 5 octobre 1907, p. 21.

Pour cela on peut supposer :

$$(N_y^2 + \nu^2 N_x^2)\Phi_y^2 = (N_x^2 + \nu^2 N_y^2)\Phi_x^2 \qquad (27)$$

ou bien

$$(\mathrm{tg}^2\gamma + \nu^2)\Phi_y^2 = (1 + \nu^2 \mathrm{tg}^2\gamma)\Phi_x \qquad (28)$$

d'où l'on déduit la valeur :

$$\Phi_y = \sqrt{\frac{1 + \nu^2 \mathrm{tg}^2\gamma}{\nu^2 + \mathrm{tg}^2\gamma}}\,\Phi_x. \qquad (29)$$

Pour un angle quelconque $\gamma$, on a donc :

pour $\nu = 1$ $\quad \Phi_y = \Phi_x$

pour $\nu = 0$ $\quad (\Phi_y/\Phi_x) = (1/\mathrm{tg}\,\gamma)$

Pour $\gamma = 45°$, et à une vitesse quelconque on a $\Phi_y = \Phi_x$. Si l'on étudie les phénomènes en supposant que $\gamma = 45°$, on voit que, à l'arrêt, les vecteurs $\Phi_x$ et $\Phi_y$ sont opposés l'un à l'autre, et que, si la valeur de $\Phi_y$ reste constante, $\Phi_x$ tourne dans le sens des aiguilles d'une montre quand la vitesse croît, est perpendiculaire à $\Phi_y$ au synchronisme, et coïncide avec lui pour une vitesse infinie ; au synchronisme, il se produit donc un champ tournant. Le couple $(\Phi_x J)$ diminue de plus en plus quand la vitesse croît ; il est nul au synchronisme et devient ensuite négatif. Le couple total diminue donc de moitié jusqu'au synchronisme, puis tend vers zéro quand la vitesse tend vers l'infini.

Du diagramme, on peut déduire pour le couple résultant la formule :

$$D = c\,\Phi_x^2 \left[\frac{1 + \mathrm{tg}^2\gamma}{(\nu^2 + \mathrm{tg}^2\gamma)\,\mathrm{tg}\,\gamma}\right] \qquad (30)$$

L'expression entre parenthèses devient infinie pour $\gamma = 0$, mais il ne faut pas perdre de vue que l'équation repose sur l'hypothèse que la résistance intérieure est nulle. Dans ce cas, la valeur de $\Phi_x$ deviendrait aussi nulle. D'ailleurs, la formule montre que le couple est particulièrement grand pour de petits angles $\gamma$ et diminue quand l'angle $\gamma$ croît. En pratique, pour obtenir de forts couples, on ne déplace pas trop les balais par rapport à la zone neutre. Pour cette raison, il est commode d'employer les balais doubles imaginés par Déri. Pour $\gamma = 45°$, on obtient le fonctionnement auquel se rapporte la figure. D'autre part, le couple diminue d'autant plus vite quand la vitesse croît, que l'angle $\gamma$ est choisi plus petit.

## III

L'auteur étudie ensuite à quel emploi sont destinés les moteurs monophasés et jusqu'à quel point les différents types de moteurs conviennent pour cet emploi.

17° Tout d'abord, l'auteur envisage l'emploi de hautes tensions avec ou sans transformateur. On n'a pas pu arriver encore à alimenter, sous une tension supérieure à 500 volts, l'enroulement mobile des moteurs monophasés à collecteur. Dans la plupart des moteurs, la tension limite est de 300 volts.

Dans le moteur d'induction et dans le moteur à répulsion, l'enroulement rotorique est tout à fait indépendant de la tension primaire ; on peut donc bobiner les stators de ces moteurs pour la haute tension et munir les rotors d'un enroulement convenable quelconque. La valeur maxima de la tension dépend de la grosseur et de la construction du moteur ; avec des courants triphasés, on a pu atteindre 10 000 volts. Dans les autres moteurs, il faut transformer au moins le courant de l'induit. Ce n'est que dans le moteur de Latour et Winter-Eichberg qu'on a intérêt à transformer ce courant seul, car l'enroulement Y du rotor est un enroulement excitateur et ne consomme pas une forte puissance. Dans le moteur série, où, au contraire, l'enroulement excitateur se trouve sur le stator, on fait une médiocre économie en ne transformant pas ce courant ; on est donc conduit à transformer la totalité du courant. A des tensions plus élevées, on transformera peut-être aussi la totalité du courant dans le moteur Winter-Eichberg.

18° Enfin on peut chercher à obtenir la plus grande puissance pour le minimum de poids et de volume. On doit avoir un couple énergique aussi bien au démarrage qu'en marche. Mais le couple pulsatoire de tout moteur monophasé semble devoir être forcément plus faible que le couple du moteur à courant continu correspondant.

On obtient dans tous les moteurs un bon facteur de puissance qui, théoriquement dans le moteur Latour et Winter-Eichberg, peut atteindre l'unité. Cela n'est pas tout à fait vrai dans la pratique car les courants auxquels on a affaire ne sont pas purement sinusoïdaux, mais présentent des harmoniques supérieurs en assez grand nombre.

19° Pour la traction électrique, il faut obtenir une grande facilité de réglage. Le moteur série et le moteur Latour et Winter-Eichberg semblent devoir être préférés à ce point de vue parce que leur couple ne dépend, en principe, que de l'intensité du courant et que leur vitesse de rotation est très variable avec la vitesse. Ils ressemblent, à ce point de vue, au moteur série à courant continu, et lui sont même supérieurs en ce que le réglage de la vitesse au démarrage peut être obtenue par modification de la différence de potentiel agissante, par l'emploi d'un transformateur de réglage, et que la puissance consommée au démarrage est beaucoup plus faible, en partie pour cette raison, et en partie à cause du faible facteur de puissance. Pour la marche arrière, il suffit d'échanger entre elles les extrémités d'un enroulement. Celui-ci ne doit évidemment pas être un enroulement en court-circuit, ni un seul enroulement relié au circuit primaire. On ne peut donc pas opérer de la sorte avec le moteur à répulsion ; on a recours alors soit à deux enroulements décalés l'un par rapport à l'autre et mis l'un ou l'autre en service suivant le sens de rotation, soit à un décalage des balais.

20° On voit ainsi que ces moteurs peuvent être employés dans différents cas et particulièrement pour la traction électrique, quand on parvient à surmonter les difficultés inhérentes à l'emploi d'un collecteur. Il faut, avant tout, réduire les crachements aux balais, et réduire le plus possible les effets des courants de court-circuit de la commutation. Les bobines court-circuitées étant, dans tous les cas, le siège de forces électromotrices induites statiquement, les moteurs monophasés sont toujours inférieurs aux moteurs à courant continu. Il faut donc toujours chercher à compenser ces forces électromotrices nuisibles par d'autres f. é. m. créées artificiellement. La f. é. m. de compensation ne peut pas être obtenue par induction statique, parce que l'action de l'enroulement de travail serait du même coup compensée ; il faut donc avoir recours à une f. é. m. dynamique engendrée par la rotation. Le flux d'introduction nécessaire pour cela doit être déphasé de 90° sur le flux précédent. Dans le champ tournant, on a donc un moyen naturel de compensation, dont l'action est d'autant plus efficace que la condition antérieurement trouvée

$$\Phi_x = \rho . \Phi_y$$

est plus complètement remplie, l'inducteur statique provenant de $\Phi_x$ et l'induction dynamique de $\Phi_y$. Les flux ne doivent pas avoir la même valeur, sauf au synchronisme. Quand il n'y a pas de champ tournant, comme dans le moteur série, on est obligé de créer un flux auxiliaire de commutation remplissant les conditions voulues. Il en résulte que les conditions nécessaires pour une bonne commutation aux faibles vitesses et particulièrement au démarrage, ne peuvent être qu'incomplètement remplies. On est donc obligé de réduire autant que possible le nombre de tours d'enroulement des bobines induites, et on est limité par une tension maxima qu'il ne faut pas dépasser. Dans le moteur Latour et Winter-Eichberg, ce sont les balais court-circuités X qui ont le plus de tendance à cracher.

21° La valeur de la fréquence du courant d'alimentation a une très grande importance pour la construction et pour le fonctionnement des moteurs à collecteur. Les difficultés de la commutation diminuent quand la fréquence diminue. Il semble que, en pratique, la fréquence 25 doive être d'un emploi général et puisse être considérée comme fréquence normale. Déjà, à cette fréquence, les générateurs et les transformateurs sont plus coûteux et plus lourds que pour des fréquences plus élevées ; d'autre part, l'éclairage par lampes à incandescence semble impossible, sans artifices spéciaux, avec du courant de fréquence plus basse.

B. L.

***Procédés pour le démarrage, la régulation et la compensation des moteurs d'induction.* — A. Heyland.** — Mémoire présenté au 15e congrès annuel du *Verband Deutscher Elektrotechniker*, à Hambourg.

Le principe de ce nouveau système est basé sur les considérations suivantes.

Supposons que l'on alimente au moyen des enroulements induits d'un moteur d'iuduction à champ tournant, un autre moteur *auxiliaire* d'un type quelconque ; lorsque le premier moteur (moteur *principal*) est à l'arrêt, il agit comme un simple transformateur, et s'il est relié dans ces conditions au réseau, le moteur auxiliaire tournera à la vitesse maxima qu'il est susceptible d'atteindre, la fréquence et la tension

du courant qui l'alimente étant maxima au démarrage.

D'autre part, le couple d'un moteur d'induction est proportionnel au courant watté absorbé ; si le moteur auxiliaire B tourne à vide, le couple du moteur principal A est donc très faible. Mais si l'on vient à charger le moteur B, le courant watté absorbé par le moteur A augmente en même temps, et ce moteur peut démarrer ; en réglant d'ailleurs la puissance fournie par le moteur auxiliaire, l'on peut régler par cela même l'accélération et la vitesse du moteur principal A. Quant à la puissance utile fournie par le moteur B, M. Heyland a eu l'idée de l'employer à augmenter le couple du moteur principal, ce qui permet dès lors de réaliser une économie considérable sur les procédés de démarrage et de réglage usuels.

L'auteur a indiqué deux procédés pour réaliser ce principe.

Avec le premier dispositif, le moteur auxiliaire B commande une dynamo à courant continu (fig. 1) alimentant un moteur qui actionne le

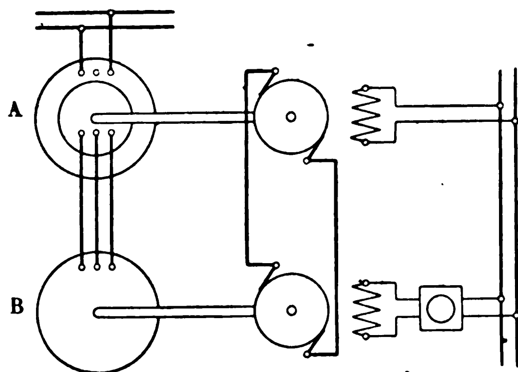



Fig. 1.

même arbre que le moteur A, les deux nouvelles machines étant à excitation séparée. A l'arrêt, le circuit d'excitation de la dynamo est coupé, et l'on peut faire démarrer à vide le moteur B. Si l'on ferme alors le circuit d'excitation, la dynamo à courant continu produit du courant, et le moteur A donne un couple proportionnel au courant watté absorbé par le moteur B ; à ce couple vient s'ajouter celui du moteur à courant continu. En réglant l'excitation, l'on peut obtenir un couple résultant constant pendant tout le démarrage. Une fois le moteur A en vitesse, l'on peut court-circuiter son induit, après avoir coupé le circuit à courant continu.

Pour l'arrêt, l'on peut procéder de la façon inverse ; le moteur à courant continu fonctionnant alors en génératrice, l'on peut récupérer ainsi de l'énergie. Puisque la vitesse du moteur auxiliaire diminue progressivement au fur et à mesure que celle du moteur A augmente, il est avantageux de monter sur l'arbre du moteur B, un volant formant acccumulateur d'énergie ; les démarrages sont alors obtenus encore plus économiquement.

Avec le précédent dispositif, le moteur B peut être évidemment un moteur synchrone ; l'emploi d'un tel moteur a d'ailleurs l'avantage de permettre la marche sans déphasage ($\cos \varphi = 1$) en réglant convenablement l'excitation.

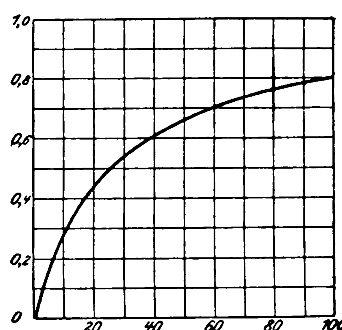



Fig. 2.

L'on est ainsi conduit naturellement à un autre schéma dans lequel le moteur B et la dynamo sont remplacés par une commutatrice. Avec ce nouveau montage, les propriétés générales du système de la figure 1 sont conservées, mais comme l'on ne peut pas réduire dans d'assez grandes limites l'excitation d'une commutatrice, l'on doit intercaler un démarreur dans le circuit à courant continu ; ce démarreur est d'ailleurs très réduit.

La courbe de la figure 2 donne le rendement en fonction de la vitesse (exprimée en °/₀ de la vitesse normale), pour un groupe composé d'un moteur primaire de 100 chevaux, d'un moteur secondaire synchrone également de 100 H. P., et de deux machines à courant continu de 60 K. W. Au quart de la vitesse normale, le rendement atteint déjà 50 °/₀.

Il est important de remarquer que le présent système s'applique également aux moteurs *monophasés* d'induction. Dans ce cas, le moteur *polyphasé* secondaire crée un champ tournant dans

le moteur primaire monophasé, muni comme d'ordinaire d'un rotor à enroulements polyphasés. Le moteur primaire a dès lors les propriétés d'un moteur polyphasé, c'est-à-dire un haut couple de démarrage et une forte capacité de surcharge.

Avec un moteur primaire monophasé l'on peut même renverser le sens de marche, sans couper le circuit primaire ; il suffit de changer le sens de rotation du moteur secondaire et du moteur à courant continu.

L'on pourrait objecter qu'il existe des moteurs, les moteurs monophasés à collecteur, qui démarrent sans aucun système auxiliaire ; ces moteurs monophasés ont été appliqués de préférence jusqu'à présent à la traction. Pour répondre à cette critique, il est bon de se rendre compte des avantages que possède le système Heyland pour la traction ; pour une telle application, le démarrage doit être opéré avec un couple élevé, tandis qu'en palier l'effort normal est beaucoup plus faible. Il suffira pour cela de remplacer deux moteurs à collecteur par un moteur d'induction et un moteur à courant continu, d'après les schémas décrits ci-dessus. Le moteur d'induction travaillera sans déphasage ($\cos \varphi = 1$) et ne prendra au démarrage qu'un courant watté ; au lieu d'un collecteur très encombrant, il ne possède que 3 bagues et tous les enroulements auxiliaires sont supprimés. Le poids d'un tel moteur n'est que les $^2/_3$ du poids d'un moteur à collecteur ; d'autre part, le moteur à courant continu, ne travaillant à pleine charge que par intermittence, son poids sera égal au plus au $^2/_3$ du poids du moteur à courant alternatif. Enfin, pour le convertisseur, l'on adoptera une vitesse de rotation élevée, 1 500 tours à la minute par exemple. Finalement les deux moteurs monophasés pèseront autant que les quatre machines employées avec le dispositif de la figure 1. Il convient d'ajouter de plus que l'emploi d'un moteur d'induction, que l'on peut facilement bobiner pour être alimenté directement par la haute tension, permet d'économiser les transformateurs nécessaires avec des moteurs à collecteur.

Enfin, comme on l'a vu, le démarrage peut être rendu très énergique et très économique en munissant le convertisseur d'un lourd volant ; la récupération pendant le ralentissement est très aisée ; tous les régimes de marche s'obtiennent par la simple manœuvre du rhéostat d'excitation.

Le système Heyland s'appliquerait particulièrement bien aux lignes accidentées, et, à la montée des fortes rampes, l'on pourrait adopter un deuxième fil de ligne, permettant d'alimenter par du courant triphasé le moteur primaire, qui pourrait ainsi avoir sa puissance augmentée de 30 % ; d'ailleurs, dans ces rampes en général éloignées des stations, rien ne s'oppose à cette addition.

Ce système peut être comparé avec intérêt au système Ilgner employé pour la commande des trains de laminoirs, etc.

Dans ce dernier dispositif, comme on le sait, un volant sert à emmagasiner de l'énergie qui se trouve disponible au démarrage sur l'arbre du convertisseur alimentant le moteur, et facilite ainsi les démarrages ; il convient au cas où ces démarrages sont parfaitement déterminés à l'avance et se succèdent à intervalles réguliers.

Pour tous les autres cas, le procédé Heyland est préférable ; tout d'abord, les machines auxiliaires sont de plus faible puissance, puisqu'elles n'ont à fournir qu'à peu près la moitié du couple, l'autre moitié étant fournie directement par le moteur primaire. D'autre part, la vitesse du volant monté sur le convertisseur peut passer de la valeur maxima à zéro, tandis que le système Ilgner ne permet qu'une variation de 30 % environ ; le poids du volant est ainsi moitié moindre dans le premier cas, en emmagasinant cependant la même quantité d'énergie [1].

J. B.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Sur les oscillations électriques dans les réseaux à courant continu.* — C. Feldmann et J. Herzog.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 août 1907.

L'étude publiée antérieurement par les auteurs

[1] Il est intéressant de comparer ce système avec celui proposé récemment par M. Sahulka (*Eclairage Electrique*, tome LII, 21 septembre 1907, page 425). Ces deux systèmes, bien qu'ayant des points de départ différents, ont en réalité une grande ressemblance. La différence essentielle est, qu'avec le procédé de M. Sahulka, l'énergie en surplus disponible au démarrage est transmise *mécaniquement* du moteur d'induction primaire au générateur à courant continu, tandis qu'avec le dispositif Heyland, ce transport est réalisé *électriquement*. (N. D. T.)

sur ce même sujet [1] ayant donné lieu à un mémoire contradictoire du Dr Hiecke [2], ceux-ci croient devoir revenir sur cette question, à cause de son grand intérêt théorique et pratique.

D'après eux, l'emploi de l'équation aux dérivées partielles du second ordre très répandu dans la Physique générale n'est pas indiqué dans le cas présent. Les équations de M. Hiecke sont simples parce qu'il néglige l'amortissement, et s'il en avait tenu compte d'une manière détaillée comme l'ont fait les auteurs, ses conclusions auraient paru un peu hâtives.

Les analogies avec les vibrations longitudinales d'une baguette ont d'ailleurs l'inconvénient de provoquer une fausse interprétation des phénomènes.

Dans sa théorie électromagnétique, Maxwell n'a introduit aucune comparaison semblable et la théorie de la lumière n'en comporte pas davantage.

En réalité, dans le cas d'un conducteur rectiligne indéfini parcouru par un courant alternatif, lorsque la quantité :

$$m = 2\pi \sqrt{\mu \frac{\sim}{\rho}}$$

($\mu$ étant la perméabilité, $\rho$ la résistance spécifique, $\sim$ la fréquence) a une valeur élevée, les lignes de force électriques, au lieu d'être parallèles au fil comme lorsque le courant est continu, sont radiales et si l'expression complexe du courant est en $\varepsilon^{j(px+\omega t)}$, l'équation différentielle déterminant la distribution du champ est de la forme :

$$\frac{d^2f}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{df}{dr} - n^2 f = 0,$$

en désignant par $r$ la distance d'un point à l'axe du conducteur, et $n^2$ étant donné par l'égalité :

$$n^2 = p^2 + 4\pi j \mu \frac{\omega}{\rho} \qquad (j = \sqrt{-1}).$$

La solution de ces équations s'obtient par les fonctions de Bessel.

En déclarant que les conducteurs armés sont moins favorables aux oscillations que les autres, M. Hiecke énonce un sophisme, provenant de ce qu'il applique aux courants oscillatoires les mêmes relations qu'aux courants continus.

Lorsqu'il s'agit de haute fréquence, les courants de Foucault sont localisés sur une épaisseur très faible du bord intérieur de l'enveloppe en plomb ou en fer, de manière à ce que l'énergie cinétique soit minima.

Dans ces conditions, en appliquant des formules dont ils n'indiquent pas la provenance, les auteurs trouvent que les pertes par hystérésis et par courants de Foucault dans l'enveloppe sont beaucoup plus faibles que celles calculées par M. Hiecke, bien que 40 fois plus grandes que les pertes dans le conducteur ; pour le cas traité, elles arrivent à une puissance de 28 K. W. au lieu de 7114 K. W., ce qui donne, en comparant ces pertes avec la puissance $\frac{1}{2} LJ^2 \times \frac{\sim}{4}$ disponible, un reliquat de 266 K. W., au lieu d'un déficit de 6800 K. W.

L'amortissement dans les câbles armés n'est donc pas aussi élevé que le prétend M. Hiecke, mais est comparativement petit par rapport à l'énergie disponible qui peut atteindre une valeur 600 fois plus élevée qu'avec les câbles non armés.

En outre, l'intensité de 30 ampères adoptée pour le courant de court-circuit par M. Hiecke est trop faible et doit en réalité s'élever à 100 ampères et plus avant la rupture des fusibles.

D'autre part, d'après les tables des auteurs, les courants de Foucault augmentent bien l'amortissement, car ils se traduisent par une forte diminution de la résistance $r$.

Enfin, le facteur correctif $\sqrt{2}$ introduit par M. Hiecke dans l'expression de $\omega_0$ provient d'une fausse interprétation des formules de self-induction et de capacité.

En résumé, les auteurs pensent, d'après ce qui précède, que les câbles non armés sont ceux qui se prêtent le moins bien aux oscillations de haute fréquence, car les câbles armés, malgré un amortissement plus élevé, emmagasinent une quantité beaucoup plus grande d'énergie électro-cinétique.

Dans le cas d'une alimentation de moteurs, cette énergie augmenterait encore par suite de leur self-induction.

En terminant, les auteurs rappellent des expériences précédentes d'Oelschläger (E. T. Z. 1904, page 762) sur la fusion des plombs de sûreté, expériences qui confirment leurs assertions.

J. C.

[1] *Éclairage Électrique*, tome XLIX, 10 et 17 nov. 1906, pages 229 et 265.

[2] *Éclairage Électrique*, tome LI, 4 et 18 mai 1907, pages 171, 210 et 247.

## TRACTION

***Moteur monophasé système Déri de la Compagnie Brown-Boveri.*** — *Elektrotechnische Zeitschrift,* 15 août 1907.

Le moteur monophasé Déri a déjà été décrit dans nos colonnes (K. Schnetzler, *Éclairage Électrique,* tome L, 12 et 19 janvier 1907, pages 65 et 99) ; cela nous dispensera d'étudier à nouveau en détail ce moteur dont le schéma est donné par la figure 1. Dans l'E. T. Z. du 15 août 1907 se trouvent en outre quelques renseignements pratiques intéressants sur des moteurs construits d'après ce principe, et en particulier sur un moteur de traction dont la figure 2 reproduit une vue de profil et une coupe par un plan axial horizontal. Ce moteur a une puissance de 40 H. P. (pour une durée de fonctionnement d'une heure) ; il est à huit pôles, pour une fréquence de 33 périodes à la seconde, ce qui donne une vitesse normale d'environ 500 tours à la minute.

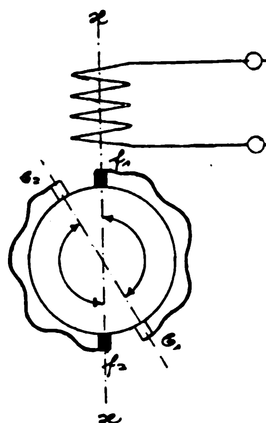


Fig. 1.

La tension d'alimentation est de 800 volts.

Les principales particularités de ce moteur sont les suivantes :

1° Le moteur est entièrement fermé et muni d'ailettes de refroidissement comme certains moteurs à pétrole.

Cette disposition, très rationnelle *a priori,* a été déjà employée par la Maison Brown-Boveri pour certains moteurs fixes.

2° Le réglage et le changement de marche s'effectuent par le décalage des balais au moyen d'une vis sans fin et d'un collier muni d'une gorge hélicoïdale ; ce dispositif est visible sur la coupe, à gauche, en bas du dessin.

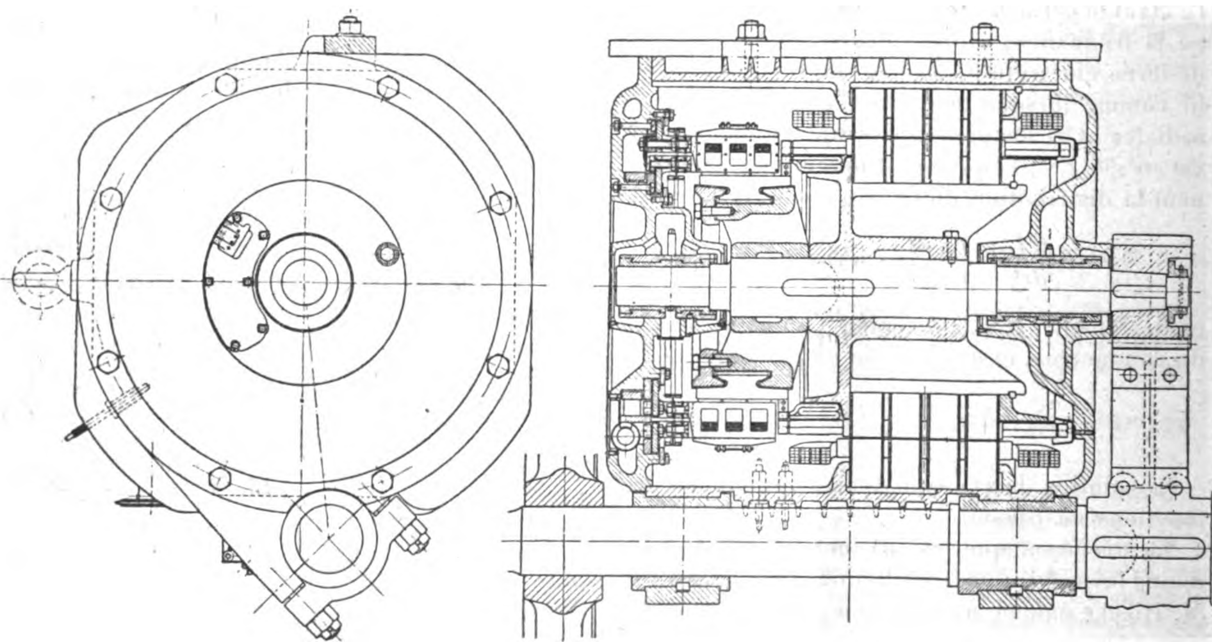


Fig. 2.

Dans les moteurs destinés à la commande d'appareils de levage, d'ascenseurs, etc., l'on peut obtenir le freinage en court-circuitant les

4 balais entre eux (¹). On peut encore pour ce freinage faire fonctionner le moteur comme génératrice série sur des résistances.

J. B.

***Moteur monophasé Siemens-Schuckert à collecteur pour traction.* — R. Richter.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 22 août 1907.

Comme suite à ses précédents articles (²), M. Richter donne quelques renseignements sur une nouvelle disposition employée par la maison Siemens-Schuckert. Dans ce nouveau moteur (fig. 1), l'enroulement statorique, au lieu de

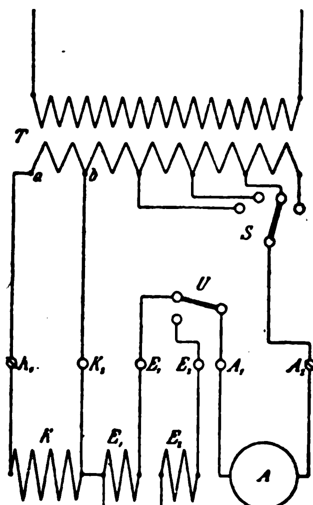



Fig. 1.

comporter trois enroulements distincts (1 pour produire le flux inducteur, 1 pour annuler la réaction induit et 1 pour produire le champ de commutation), ne comporte plus qu'un seul enroulement distribué dans des encoches et analogue à l'enroulement induit. Cet enroulement statorique, ouvert en certains points déterminés, forme ainsi trois circuits distincts $E_1$, $E_2$, et K. Les circuits $E_1$ et $E_2$ sont les circuits d'excitation donnant lieu au flux inducteur (en réalité le flux est perpendiculaire à la ligne des balais, contrairement à ce que semble indiquer la figure); le circuit compensateur K est relié à des points convenablement choisis sur le transformateur T. Cet enroulement compensateur ainsi alimenté a pour but, non seulement d'annuler la réaction d'induit, mais encore de produire le champ auxiliaire nécessaire à une commutation parfaite; au moyen du commutateur U, l'on renverse le sens de marche en mettant en service l'un ou l'autre des enroulements excitateurs E. Un moteur de ce type, construit avec ventilation forcée, possède les principales constantes suivantes :

| | |
|---|---|
| Puissance avec échauffement inférieur à 75° C au bout d'une heure. . . . . . | 175 H. P. |
| Vitesse normale. . . . . . | 700 tours à la minute. |
| Fréquence du courant employé. | 25 périodes. |
| Poids. . . . . . . . . | 2 765 kilogrammes. |

Ce moteur est destiné à une ligne du Midland Ry. Le poids de l'équipement total est d'environ deux fois celui du moteur, ce qui montre l'infériorité des moteurs monophasés par rapport aux moteurs à courant continu, malgré la vitesse angulaire élevée qui a été adoptée (¹).

J. B.

## OSCILLATIONS HERTZIENNES & RADIOTÉLÉGRAPHIE

***Sur les stations radiotélégraphiques à ondes entretenues.* — Alfredo Montel.** — *L'Elettricista*, 1er juillet 1907.

La méthode de Duddell-Poulsen est une de celles qui ont donné de bons résultats pratiques pour la production des oscillations entretenues; le montage correspondant bien connu est reproduit sur la figure 1 suffisamment explicite.

Comme il a été déjà indiqué par M. Duddell,

(¹) Si les balais sont alors à 90° les uns des autres, le moteur devient ainsi équivalent à un moteur asynchrone ordinaire; mais une telle marche n'est avantageuse que si l'on introduit en outre dans le rotor, au moyen de la nouvelle connexion, un courant auxiliaire prélevé sur le stator. Le moteur devient dans ce cas un moteur shunt compensé monophasé; pour plus de détails voir J. Bethenod, Notes sur le moteur shunt compensé monophasé. — *Éclairage Électrique*, tomes L, LI, et LII, pages 149, 109, 73 et 145. (N. D. T.)

(²) R. Richter. *Eclairage Electrique*, tome XLVIII, pages 69, 105, 149, et 189 (d'après l'E. T. Z. des 7 et 14 juin 1906).

(¹) A part quelques détails de construction, ce moteur est absolument identique à un cas particulier du moteur dont la théorie a été publiée, il y a un an, par M. Latour (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1er février 1906; article reproduit dans l'*Eclairage Electrique* du 10 mars 1906, t. XLVI, page 390). (N. D. L. R.)

pour pouvoir obtenir des oscillations dans le circuit 1, il est nécessaire que la résistance opposée dans l'arc F au passage du courant soit négative et, comme valeur absolue, plus grande que la résistance du circuit oscillant 1.

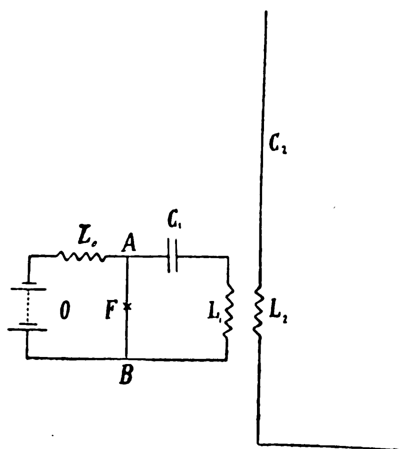



Fig. 1.

Dans l'arc se développe une force é. m. alternative de la manière suivante (1) :

Si, par exemple, la différence de potentiel aux bornes de l'arc F augmente pour une raison quelconque, un courant tend à passer à travers $C_1$ et $L_1$.

Cela produit une augmentation de la différence de potentiel entre les armatures du condensateur. Mais cette augmentation, à cause de l'induction $L_1$, est plus grande qu'elle ne devrait être et $C_1$ doit se décharger de cet excès de tension, ce qui donne lieu, à travers l'arc, à un courant dans le sens du courant continu, lequel produit une diminution de résistance et de potentiel dans l'arc. Le condensateur se décharge par suite en tâchant de s'adapter aux nouvelles conditions du circuit, mais à cause de $L_1$ il se décharge à une valeur plus basse que celle admise par la différence de potentiel de l'arc ; par conséquent il est obligé de se recharger. On a donc un courant en sens contraire du courant continu, ce qui produit une augmentation de tension dans l'arc, et ainsi de suite.

Approximativement, on a pour le nombre $n$ de périodes à la seconde (fréquence)

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}},$$

(1) V. Sahulka, *Eclairage Electrique*, 16 mars 1907., 398.

mais cela seulement à titre d'approximation grossière, parce que la fréquence $n$ dépend aussi d'autres constantes que $C_1$ et $L_1$. En effet, le circuit oscillant se ferme aussi à travers la source d'énergie à courant continu, et à travers $L_0$. En outre, l'arc F est disposé parallèlement à $L_0$, et la valeur de la résistance de l'arc exerce une influence sur la partie du courant oscillant qui passe à travers $L_0$. Enfin, la résistance ohmique du circuit oscillant influe aussi sur cette fréquence d'oscillation (1).

Nous ne nous arrêterons pas davantage sur ce point, le but de cette note étant une étude qualitative des organes principaux d'une station radiotélégraphique ainsi équipée.

D'après les expériences de M. Simon, la fréquence d'oscillation augmente en diminuant $C_1L_1$, approximativement d'après la loi ci-dessus :

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1L_1}},$$

mais, toutes choses égales d'ailleurs, augmente aussi en diminuant la longueur de l'arc ou en augmentant l'intensité du courant continu.

Si l'on s'est fixé $n$ et par conséquent le produit $L_1C_1$, on devra, d'après les essais rappelés plus haut, faire $L_1$ très grand en comparaison de $C_1$. On établira $L_1$ d'après l'expérience, de manière à produire cette surélévation de tension sans laquelle, comme nous l'avons dit, on ne pourrait pas avoir de courant oscillant.

On aura dans l'arc une force électromotrice oscillante $e_1$ à laquelle correspond un courant $i_1$ et une différence de potentiel $v_1$ entre les armatures du condensateur. Soient $E_1$, $I_1$, $V_1$ les amplitudes de $e_1$, $i_1$, $v_1$ et $r_1$ la résistance ohmique du circuit. Nous déterminerons plus tard les rapports entre ces grandeurs, que nous supposerons sinusoïdales, en réduisant le problème au cas simple d'un circuit oscillant, sur lequel agit une force é. m. alternative sinusoïdale entretenue. Les tensions effectivement existantes aux bornes de l'arc et du condensateur seront, bien entendu, différentes des précédentes à cause de la différence de potentiel constant

(1) Toutes ces influences ont été étudiées en détail dans un très complet mémoire de M. Blondel. — *Eclairage Electrique*, tome XLIV, 15 et 22 juillet 1905, pages 41 et 81. (N. D. L. R.).

$V_0$, sous lequel est fourni le courant continu d'alimentation.

Elles varieront respectivement entre les deux extrêmes :

$$\left.\begin{aligned} V_{0\,max} &= V_0 + E_1 \\ V_{0\,min} &= V_0 - E_1 \\ \text{et} \quad & \\ V'_{0\,max} &= V_0 + V_1 \\ V'_{0\,min} &= V_0 - V_1. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

En appelant $U_0$ la valeur efficace de la différence de potentiel réellement existante entre les pôles de l'arc, nous aurons :

$$U_0 = \sqrt{\frac{E_1^2}{2} + V_0^2}. \qquad (2)$$

De même pour $U_0'$, potentiel efficace entre les armatures de $C_1$ :

$$U'_0 = \sqrt{\frac{V_1^2}{2} + V_0^2}. \qquad (3)$$

La puissance $W_1$ exigée par le circuit 1 devra être fournie par le circuit à courant continu. Des expériences de Poulsen [1], il résulte que l'on peut proportionner les circuits de manière à avoir une transformation d'énergie convenable aussi pour les besoins de la pratique. M. Poulsen a, en effet, déjà obtenu un rendement (rapport entre la quantité d'énergie irradiée par l'antenne et la quantité d'énergie fournie par le courant) de 0,14.

Avant d'entamer les calculs, nous traiterons brièvement une question d'une importance spéciale, celle de l'accouplement du primaire au secondaire. Nous supposerons, pour plus de simplicité, avoir pour antenne un fil conducteur vertical, rectiligne, isolé du sol et dont le contrepoids électrique est constitué par un autre fil égal à l'antenne.

M. Poulsen observa que l'accouplement du primaire avec l'antenne doit être ou très lâche ou très fort. Si l'on choisit un degré moyen, la fréquence ne reste pas suffisamment déterminée, parce qu'il se forme alors dans le primaire et dans le secondaire deux oscillations de fréquences différentes. Cette différence entre les deux fréquences croît avec le degré d'accouplement et devient assez considérable quand l'accouplement est très fort. Lorsque l'accouplement est moyen et lorsque, par conséquent, la différence entre les deux fréquences n'est pas très grande, l'arc, ainsi qu'il a été observé par M. Poulsen, peut choisir l'une ou l'autre des fréquences, et, par conséquent, la fréquence d'oscillation du circuit devient incertaine. Par contre, la syntonie est également bonne avec un accouplement très lâche et très fort.

Soient $r_2$, $L_2$, $C_2$ la résistance ohmique, l'induction et la capacité de l'antenne, $i_2$ le courant ($I_2$ son amplitude) $e_2$ la force é. m. ($E_2$ son amplitude), $v_2$ la différence de potentiel entre un ventre et un nœud ($V_2$ son amplitude), $M_{21}$ le coefficient d'induction mutuelle du primaire et du circuit de l'antenne, $M_{12}$ le coefficient d'induction mutuelle du circuit de l'antenne et du primaire. En tenant compte de la distribution sinusoïdale du courant et du potentiel sur l'antenne, et de ce que l'accouplement correspond à un ventre du courant secondaire, on devra généralement écrire $\frac{4}{\pi} M_{21}$ au lieu de $M_{21}$ [1].

En appelant K le coefficient d'accouplement, en tenant compte des considérations précédentes concernant $M_{21}$ et en admettant l'égalité $M_{12} = M_{21} = M$, on a :

$$K^2 = \frac{M_{12} \cdot \frac{4}{\pi} M_{21}}{L_1 \cdot \frac{2}{\pi} L_2} = \frac{2M^2}{L_1 L_2}. \qquad (4)$$

L'on peut évidemment toujours réaliser l'accouplement lâche, mais l'on ne peut pas obtenir à volonté un accouplement fort, et, pour des raisons pratiques, il ne peut pas dépasser une certaine limite. En général, une petite induction et une grande capacité de l'antenne d'une part, et une grande induction et une petite capacité du circuit excitateur d'autre part, conviennent bien pour l'accouplement fort.

Cela dit, en définitive, nous avons les deux équations simultanées :

$$e_1 = r_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + v_1 + M_1 \frac{di_2}{dt} \qquad (5)$$

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 8 nov. 1906 et *Eclairage Electrique*, tome XLIX, 1er décembre 1906, p. 354.

(1) ZENNECK. Elektromagnetische Schwingungen und Drahtlose telegraphie, pages 639 et 977.

$$o = \frac{2}{\pi} r_2 i_2 + \frac{2}{\pi} L_2 \frac{di_2}{dt} + 2v_2 + M_1 \frac{4}{\pi} \frac{di_1}{dt}. \quad (6)$$

Si l'on appelle $\alpha_2$ le décrément et $d_2$ l'amortissement de l'antenne, l'expérience prouve que ce dernier produit un effet équivalent à un accroissement très notable de la résistance ohmique. De plus, la perte d'énergie due à la résistance ohmique dans un circuit aussi irradiant que l'antenne est négligeable en comparaison de la perte d'énergie par irradiation, de telle sorte que, si nous posons

$$d_2 = 2\alpha_2 n L_2 \quad (7)$$

$r_2$ est négligeable en comparaison de $d_2$.

On aura donc au lieu de (6)

$$o = \frac{2}{\pi} d_2 i_2 + \frac{2}{\pi} L_2 \frac{di_2}{dt} + 2v_2 + M_1 \frac{4}{\pi} \frac{di_1}{dt}. \quad (8)$$

Quant au circuit fermé primaire, l'irradiation d'énergie est négligeable à côté de la perte d'énergie due à la résistance ohmique et, par conséquent, l'égalité (5) ne change pas.

Traitons à présent le cas d'un accouplement entre le primaire et l'antenne très lâche. L'égalité (5) se transforme alors en :

$$e_1 = r_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + v_1. \quad (9)$$

De plus, l'on a :

$$V_2 = \frac{I_2}{4nC_2}. \quad (10)$$

D'après (8), et en tenant compte de cette dernière relation, on arrive aisément à l'égalité :

$$E_2^2 = (8nM_1I_1)^2 = \left\{ \frac{4}{\pi^2} d_2^2 + \left( 4nL_2 - \frac{1}{2nC_2} \right)^2 \right\} I_2^2. \quad (11)$$

En cas de résonance $4nL_2 = \frac{1}{2nC_2}$ et alors

$$E_2 = \frac{2}{\pi} d_2 I_2. \quad (12)$$

En appelant $W_2$ la puissance dissipée par l'antenne, l'on aurait dans le cas du courant quasi-stationnaire $W_2 = \frac{1}{2} d_2 I^2$, I étant l'amplitude du courant. Dans notre cas on devra considérer la moyenne des carrés du courant le long de l'antenne; en appelant $I_{2x}$ l'amplitude du courant en un point distant de $x$ du centre de l'antenne, on aura :

$$\frac{1}{2l} \int_{-l}^{+l} I_{2x}^2 dx = \frac{1}{2} I_2^2,$$

d'où : $$W_2 = \frac{1}{2} d_2 \cdot \frac{1}{2} I_2^2 = \frac{1}{4} d_2 I_2^2 \quad (13)$$

et, comme $d_2 = 2\alpha_2 n L_2$,

$$W_2 = \frac{1}{2} \alpha_2 n L_2 I_2^2. \quad (13')$$

La figure 2 où

$$OA = \frac{2}{\pi} d_2 I_2 = E_2, \quad AB = 4nL_2I_2, \quad BA = \frac{I_2}{2nC_2},$$

donne le diagramme correspondant à la formule (11) au cas où il y a résonance.

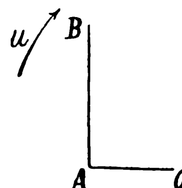



Fig. 2.

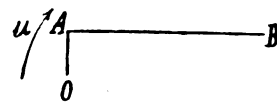



Fig. 3.

De même, pour le circuit primaire :

$$E_1^2 = \left\{ r_1^2 + \left( 2\pi n L_1 - \frac{1}{2\pi n C_1} \right)^2 \right\} I_1^2. \quad (14)$$

Le diagramme de la figure 3 dans lequel

$$OA = r_1 I_1 = E_1, \quad AB = 2\pi n L_1 I_1, \quad BA = \frac{I_1}{2\pi n C_1},$$

correspond au cas de la résonance primaire.

A propos de l'équation (14) ainsi que de l'équation $W_1 = \frac{1}{2} r_1 I_1^2$ qui donne la consommation d'énergie dans le primaire, il faut remarquer qu'elles n'ont, en général, qu'un intérêt théorique. En effet, même en choisissant un accouplement très lâche, l'on voudra toujours qu'une suffisante quantité d'énergie se transmette au secondaire; par conséquent, à moins de donner délibérément à $r_1$ des valeurs élevées (ce qui n'arrivera pas), l'application de ces formules conduirait à des résultats bien peu approchés.

Nous passerons à présent au cas de l'accouplement serré. Le primaire et le secondaire ont

alors, comme fréquences propres d'oscillation, les deux fréquences :

$$\left.\begin{aligned} n_1 &= \frac{n}{\sqrt{1+K}} \\ \text{et} \quad n_2 &= \frac{n}{\sqrt{1-K}} \end{aligned}\right\} \quad (15)$$

et, d'après les expériences de M. Poulsen, l'arc choisira une des deux fréquences. Supposons que l'arc s'établisse avec la fréquence plus basse $n_1$.

L'équation du courant et du potentiel dans l'antenne sera encore donnée par (11) dans laquelle on écrira $n_1$ à la place de $n$. Le diagramme relatif est représenté par la figure 4, où

$$OA = \frac{2}{\pi} d_2 I_2, \quad AB = 4 n_1 L_2 I_2, \quad BC = \frac{I_2}{2 n_1 C_2}$$

et $u$ indique la direction du mouvement.

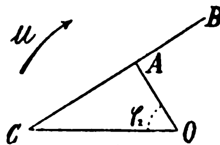



Fig. 4.

L'angle $\varphi_2$ entre $i_2$ et $e_2$ (fig. 4) est donné par la relation

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{4 n_1 L_2 - \frac{1}{2 n_1 C_2}}{\frac{2}{\pi} d_2}. \quad (16)$$

Quant au diagramme du circuit primaire, il se construit aisément d'après (5). On doit observer que $i_1$ précède $e_2$ de 90° et que $\frac{di_2}{dt}$ précède $i_2$ également de 90°.

Sur la figure 5, où CF est parallèle à OD, et CD à EA, l'on obtient :

$$DC = BE - FE.$$

L'on a d'ailleurs :

$$EC = 2\pi n_1 M_1 I_2$$

$$OB = r_1 I_1$$

$$BE = \frac{-I_1}{2\pi n C_1} + 2\pi n_1 L_1 L.$$

Le triangle rectangle OCD donne donc :

$$E_1^2 = (r_1 I_1 + 2\pi n_1 M_1 I_2 \cos \varphi_2)^2 + \left(2\pi n_1 L_1 I_1 - \frac{I_1}{2\pi n_1 C_1} - 2\pi n_1 M_1 I_2 \sin \varphi_2\right)^2, \quad (17)$$

l'angle $\varphi_2$ étant compté comme négatif lorsque le courant $I_2$ est en retard sur $E_2$. Il en résulte que l'accouplement fort produit dans le primaire un effet équivalant à une augmentation de la résistance ohmique. On aura une augmentation de la self-induction dans les cas (comme celui de la fig. 5) où $\varphi_2$ est négatif et une diminution lorsque $\varphi_2$ est positif[1].

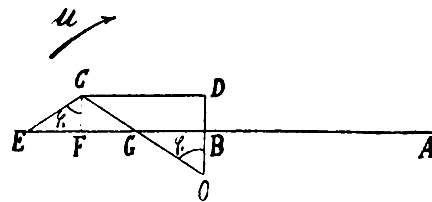



Fig. 5.

En appelant $\varphi_1$ l'angle entre $i_1$ et $e_1$, il résulte encore l'égalité :

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{2\pi n_1 \left(L_1 - M_1 \sin \varphi_2 \frac{I_2}{I_1}\right) - \frac{1}{2\pi n_1 C_1}}{r_1 + 2\pi n_1 M_1 \frac{I_2}{I_1} \cos \varphi_2}. \quad (18)$$

Dans le cas de l'accouplement lâche, nous avions trouvé comme formule de l'énergie irradiée par l'antenne :

$$W_2 = \frac{1}{4} d_2 I_2^2. \quad (19)$$

Cette formule est aussi valable dans le cas de l'accouplement serré. Dans ce cas, on peut l'écrire sous la forme

$$W_2 = \pi n_1 M_1 I_1 I_2 \cos \varphi_2. \quad (20)$$

L'énergie absorbée par le circuit primaire est exprimée par

$$W_1 = \frac{1}{2}\left(r_1 + 2\pi n_1 M_1 \cos \varphi_2 \frac{I_2}{I_1}\right) I_1^2. \quad (24)$$

*Exemples numériques.* — Considérons une

[1] Ces effets sont d'ailleurs bien connus d'après la théorie du transformateur alimentant un condensateur (transformateur à résonance). (N. D. L. R.)

station transmettante à accouplement serré, par exemple $K = 0,35$.

Soit $n = 10^6$, d'où $\lambda$, la longueur d'onde $= 300$ mètres. Il en résulte

$$n_1 = \frac{10^6}{\sqrt{1 + 0,35}} = 0,85 \times 10^6,$$

$n$ est la fréquence propre du primaire et du secondaire.

De l'égalité

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 L_1}}$$

si l'on prend $L_1$ très grand à côté de $C_1$, soit $L_1 = 5000$ C. G. S., on tire pour $C_1$ la valeur

$$C_1 = 5 \cdot 10^{-18} \text{ C. G. S.} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ microfarads.}$$

Le circuit fermé primaire sera composé d'un carré de 60 centimètres de côté ; nous posons $I_1 = 20$ ampères et supposons que chaque côté du carré soit composé de 4 fils parallèles, chacun du diamètre de $0^{cm},8$. Nous avons ainsi quatre circuits en quantité, égaux, longs chacun d'à peu près 250 centimètres. Dans le cas du courant continu, chacun aura la résistance de 0,0008650 ohms ; on en obtient la résistance ohmique approximative pour le cas du courant oscillant en multipliant cette résistance par le facteur $y = 0,0537\, a\sqrt{2n}$ (formule de Lord Rayleigh), $a$ étant le rayon du fil.

Dans notre cas, $y = 30$, et la résistance des 4 circuits en parallèle est donc

$$r_1 = \frac{0,025}{4} = 0,006 \text{ ohms.}$$

Le coefficient de self-induction L d'un carré de côté $h$ et rayon du fil $a$ est donné par

$$L = 8h\left[\log \text{nat} \frac{h}{a} - 0,774\right] \text{ C. G. S. dans l'air,}$$

d'où

$$L = 2025 \text{ C. G. S.}$$

Mais on devra aussi tenir compte de l'induction mutuelle des circuits parallèles. Pour deux carrés parallèles de côté $h$ à distance $d$, le coefficient d'induction mutuelle est

$$M = 8h\left(\log \text{nat} \frac{8h}{d} - 2,85\right).$$

En considérant que les courants des quatre circuits sont égaux et en phase, on peut additionner entre eux les coefficients d'induction ; en outre, supposons, pour la simplicité du calcul, que les diverses distances des cadres entre eux aient été toutes réduites à une distance moyenne équivalente $d$ et que le coefficient d'induction mutuelle agissant sur un carré, soit ainsi 3 M :

En posant $d = 6$, l'on trouve ainsi

$$3M = 2200 \text{ C. G. S.}$$

Pour chaque carré on pourra donc écrire,

$$L + 3M = 2025 + 2200 = 4225 \text{ C. G. S.}$$

La self-induction apparente de l'ensemble des quatre cadres sera ainsi :

$$L_a = \frac{4225}{4} = 1060 \text{ C. G. S.}$$

Pour avoir $L_1 = 5000$ on devra insérer une induction $L_1 - L_a = 5000 - 1060 = 3940$ C. G. S. Celle-ci consistera en une hélice à grand rayon que l'on calcule d'après la formule suivante, applicable jusqu'à dix tours, pour des oscillations rapides :

$$L = 2Nl\left\{\left(1 + \frac{h^2}{32r^2}\right) \times \log \text{nat} \frac{8r}{\sqrt{h^2 + \delta^2}} - y_1 + \frac{h^2}{16r^2} y_2\right\} + \log \text{nat} \frac{g}{\delta} - \Delta \text{ (1)}$$

où

$N =$ nombre des tours de l'hélice,
$h = (N - 1)g =$ hauteur —
$r =$ rayon —
$g =$ pas —
$d =$ diamètre du fil —

$y_1$ et $y_2$ sont donnés par le tableau I pour différentes valeurs de $\frac{\delta}{h}$ ; $\Delta$ est donné par le tableau II pour différentes valeurs de N et $\frac{g}{\delta}$

En appelant $2l$ la longueur totale de l'antenne, nous avons

$$n = \frac{3 \cdot 10^{10}}{2l}, \quad 2l = \frac{3 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 10^6} = 15 \cdot 10^3.$$

Posons $C_2 = 400$ unités E. S. En désignant

(1) Formule de Stefan modifiée par Drude.

par $\rho$ le rayon du fil, l'on a :

$$C_2 = \frac{l}{2 \log \text{nat} \frac{2l}{\rho}}$$

d'où

$$\rho = 0{,}83.$$

TABLEAU I

| $\delta/h$ | $y_1$ | $y_2$ | $\delta/h$ | $y_1$ | $y_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,500 | 0,13 | 0,55 | 0,808 | 0,34 |
| 0,05 | 0,549 | 0,13 | 0,60 | 0,818 | 0,38 |
| 0,10 | 0,592 | 0,13 | 0,65 | 0,826 | 0,43 |
| 0,15 | 0,631 | 0,14 | 0,70 | 0,833 | 0,47 |
| 0,20 | 0,665 | 0,15 | 0,75 | 0,838 | 0,52 |
| 0,25 | 0,695 | 0,17 | 0,80 | 0,842 | 0,58 |
| 0,30 | 0,722 | 0,19 | 0,85 | 0,845 | 0,63 |
| 0,35 | 0,745 | 0,22 | 0,90 | 0,847 | 0,69 |
| 0,40 | 0,765 | 0,24 | 0,95 | 0,848 | 0,75 |
| 0,45 | 0,762 | 0,27 | 1,00 | 0,848 | 0,82 |
| 0,50 | 0,796 | 0,31 | | | |

TABLEAU II
Valeurs de Δ.

| N | $g/\delta$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1,2 | 2 | 3,5-5 | 11 |
| 2 | 1,30 | 1,54 | 1,80 | 1,96 |
| 3 | 1,29 | 1,50 | 1,78 | » |
| 4 | » | 1,43 | 1,74 | » |
| 5 | » | 1,38 | 1,61 | » |
| 6 | » | 1,32 | 1,50 | » |
| 7 | » | 1,29 | 1,40 | » |
| 8 | » | 1,28 | 1,35 | » |
| 9 | » | 1,27 | 1,32 | » |
| 10 | » | 1,26 | 1,30 | » |

De la formule

$$L_2 = 2 \cdot 2l \log \text{nat} \frac{2l}{\rho}$$

l'on tire :

$$L_2 = 2 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 9{,}4 = 28 \cdot 10^4 \text{ C. G. S.}$$

Enfin, de la formule bien connue d'Abraham

$$\alpha_2 = \frac{2{,}44}{\log \text{nat} \frac{2l}{\rho}}$$

l'on déduit :

$$\alpha_2 = \frac{2 \cdot 44}{\log \text{nat} \frac{15 \cdot 10^3}{0{,}83}} = 0{,}26$$

d'où, d'après (7) :

$$d_2 = 123 \cdot 10^9 \text{ C. G. S.}$$

En outre

$$4n_1 L_2 = 950 \cdot 10^9$$

$$\frac{1}{2n_1 C_2} = 1320 \cdot 10^9$$

$$4n_1 L_2 - \frac{1}{2n_1 C_2} = -370 \cdot 10^8$$

M se détermine d'après la formule (4) :

$$M = 9300 \text{ C. G. S.}$$

Cela fait, au moyen des formules (10), (11), (12), etc., et en assignant à $V_0$ la valeur de 300 volts, l'on peut dresser le tableau suivant :

$$E_2 = 1\,260 \text{ volts}$$
$$I_2 = 3{,}5 \text{ ampères}$$
$$V_2 = 2\,250 \text{ volts}$$
$$W_2 = 370 \text{ watts}$$
$$\varphi_2 = -78°$$
$$E_1 = 61 \text{ volts}$$
$$V_1 = 750 \text{ volts}$$
$$\varphi_1 = 52°, 20'$$
$$W_1 = 372{,}7 \text{ watts}$$
$$V_{0\,max} = 300 + 61 = 361 \text{ volts}$$
$$V_{0\,min} = 300 - 61 = 239 \text{ volts}$$
$$V'_{0\,max} = 300 + 750 = 1\,050 \text{ volts}$$
$$V'_{0\,min} = 300 - 750 = -450 \text{ volts}$$
$$U_0 = \sqrt{\frac{61^2}{2} + 300^2} = 303 \text{ volts}$$
$$U'_0 = \sqrt{\frac{750^2}{2} + 300^2} = 610 \text{ volts.}$$

Traitons, maintenant, un exemple de station transmettante à accouplement lâche :

$$K = \frac{1}{100}, \quad I_1 = 10 \text{ C. G. S.} = 100 \text{ ampères.}$$

L'antenne sera la même que dans l'exemple précédent. Quant au circuit primaire, il devra

être construit pour un courant oscillant d'amplitude 100 ampères. On procède d'une manière analogue à celle indiquée pour le cas de l'accouplement fort. Supposons $r_1 = 0{,}0012$ ohms et posons aussi dès à présent

$$L_1 = 5 \,.\, 10^3 \text{ C. G. S.}, \qquad C_1 = 5 \,.\, 10^{-18} \text{ C. G. S.},$$
$$n = 10^6 \quad \text{et} \quad V_0 = 300 \text{ volts.}$$

Dans ces conditions, la marche des calculs reste la même que dans le cas précédent, sauf en ce qui concerne le calcul de $W_1$ et de $E_1$ ; en effet, d'après ce qu'il a été dit plus haut, à propos de l'équation 14, il faut tenir compte en réalité dans l'évaluation de $W_1$, non seulement de la chaleur $\frac{1}{2} r_1 I_1^2$ dépensée dans le circuit primaire, mais encore de la puissance $W_2$ rayonnée par le secondaire

$$W_1 = W_2 + \frac{1}{2} r_1 I_1^2.$$

La résistance apparente primaire $R_1$ s'en déduit par l'égalité

$$\frac{1}{2} R_1 \frac{I_1^2}{2} = W_2 + \frac{1}{2} r_1 I_1^2$$

d'où

$$E_1 = R_1 I_1.$$

L'on arrive ainsi au tableau :

$$I_1 = 100 \text{ ampères}$$
$$E_2 = 210 \text{ volts}$$
$$I_2 = 2{,}25 \text{ ampères}$$
$$V_2 = 1\,260 \text{ volts}$$
$$W_2 = 183 \text{ watts}$$
$$E_1 = 3{,}9 \text{ volts}$$
$$V_1 = 3\,200 \text{ volts}$$
$$W_1 = 189 \text{ watts}$$
$$V_{0\,max} = 300 + 3{,}9 = 303{,}9 \text{ volts}$$
$$V_{0\,min} = 300 - 3{,}9 = 296{,}1 \text{ volts}$$
$$V'_{max} = 300 + 3\,200 = 3\,500 \text{ volts}$$
$$V'_{min} = 300 - 3\,200 = -2\,900 \text{ volts}$$
$$U_0 = \sqrt{\frac{3{,}9^2}{2} + 300^2} = \sim 300 \text{ volts}$$
$$U'_0 = \sqrt{\frac{3\,200^2}{2} + 300^2} = 2\,280 \text{ volts.}$$

Nous dirons quelques mots, en terminant, de la station réceptrice dans une transmission à ondes entretenues. Une telle station consiste en une antenne égale à celle de la station de départ, qui est accouplée très lâche au circuit oscillant du détecteur.

Ce circuit oscillant doit avoir un décrément aussi faible que possible. Naturellement les deux circuits doivent être en résonance et accordés à la fréquence $n$ de la station de transmission.

Pour obtenir un amortissement absolument minime, M. Poulsen [1] fait usage d'un appareil spécial, qu'il appelle tikker.

Dans son étude, il a également décrit quelques installations, où $W_2$ et $V_2$ sont du même ordre de grandeur que celles trouvées dans nos exemples numériques.

L'on conclut de ceux-ci, avant tout, que l'accouplement lâche exige dans le primaire de grandes intensités de courant, et que, par conséquent, du moment que l'on doit avoir dans le primaire une petite capacité et une grande induction, il exige aussi une plus grande différence de potentiel entre les armatures du condensateur que l'accouplement serré. Ce dernier accouplement serait donc, au moins à ce point de vue, préférable. En général, il est intéressant de remarquer la basse valeur de la force é. m. oscillante $E_1$ de l'arc. En comparant les valeurs des courants et des potentiels avec celles d'une installation à ondes avec amortissement, l'on observe dans le cas présent des amplitudes beaucoup plus petites, ce qui, d'ailleurs, est naturel, puisqu'il s'agit ici d'énergie irradiée dans l'espace d'une manière continue et non à des instants très courts séparés par des intervalles relativement très longs, comme dans le cas d'ondes avec amortissement. En ce qui concerne les grandeurs caractérisant le circuit primaire et l'antenne (induction et capacité), on voit qu'elles ne sont pas beaucoup différentes de celles d'installations de radiotélégraphie à ondes amorties. La différence plus considérable serait la plus grande importance donnée dans le primaire à l'induction aux dépens de la capacité.

Quant à la station réceptrice, elle est, comme nous avons dit, à part le tikker, analogue à une station réceptrice syntonique pour ondes avec amortissement.

A. M.

[1] Loc. cit.

## LAMPES ÉLECTRIQUES

***L'économie réalisée par la lampe au tungstène.*** — **Alfred A. Wohlauer.** — *Electrical World*, 7 septembre 1907.

L'une des questions les plus intéressantes pour les ingénieurs s'occupant d'éclairage électrique consiste à savoir dans quel cas l'emploi de la lampe au tungstène est avantageux. Sa longue durée (3 fois plus grande que celle de la lampe au carbone) et son haut rendement plaident en sa faveur, mais, en revanche, elle est fragile, et son coût d'achat est plus élevé.

Soit $C_e$ le prix de revient total de la lumière, $C_c$ le prix de l'énergie consommée et $C_i$ le prix tenant compte de l'achat de la lampe, tous ces prix étant ramenés à la lampe-heure ; l'on a évidemment

$$C_e = C_c + C_i$$

et

$$C_i = \frac{P}{L}$$

P étant le prix de la lampe, et L sa *vie* moyenne en heures.

Désignons d'autre part par $n$ le nombre de bougies de la lampe, W la consommation spécifique en watts par bougie, M le coût du kilowatt-heure ; nous pouvons écrire

$$C_c = \frac{nWM}{1000}$$

d'où finalement :

$$C_e = \frac{P}{L} + \frac{nWM}{1000} \qquad (1)$$

Le prix de la bougie-heure s'en déduit immédiatement :

$$C_h = \frac{C_e}{n} = \frac{P}{nL} + \frac{WM}{1000}. \qquad (2)$$

Les lampes de faible puissance sont, comme on le sait, plus coûteuses à établir que les lampes puissantes. Cependant, comme il est difficile de faire admettre ce fait au public, l'on adopte un prix commun pour toutes les lampes au tungstène depuis 20 jusqu'à 100 bougies ; on le fixera à 7 fr. 50.

La vie d'une lampe au tungstène est actuellement d'environ 1 000 heures, et l'on table sur une consommation spécifique de 1 watt par bougie.

Les tableaux I et II ont été établis d'après ces chiffres, en appliquant les formules (1) et (2)[1].

Pour permettre une comparaison l'on a fait les mêmes calculs pour une ancienne lampe au carbone de 16 bougies et pour une lampe Gem à filament graphitique de 20 bougies.

Pour la première, le prix d'achat est de 80 centimes, sa consommation spécifique de 3,1 watts par bougie, et sa vie de 450 heures ; pour la seconde, des mêmes constantes sont [1] :

$$P = 1 \text{fr.} \qquad W = 2,5 \qquad L = 450$$

Il est évident que, dans les tableaux, les prix les plus bas pour le kilowatt-heure sont les prix de revient pour la production de l'énergie électrique, tandis que les prix plus élevés se rapportent aux tarifs de vente.

L'on constate, d'après ces tableaux, que l'emploi des lampes au tungstène est moins coûteux que celui des anciennes lampes, lorsque le prix du kilowatt-heure est supérieur à 20 centimes.

Pour cette raison, il est économique pour le consommateur, ainsi que pour les stations isolées, de substituer à chaque lampe au carbone une lampe au tungstène de la même puissance. Le prix du kilowatt-heure étant en général de 0 fr. 50, l'économie serait de 40 %. Elle serait plus grande encore en remplaçant par plusieurs lampes ordinaires une lampe au tungstène de pouvoir éclairant équivalent.

Par exemple, en employant une lampe au tungstène de 50 bougies, avec globe et réflecteur Holophane, au lieu d'un groupe de 4 lampes au carbone de 16 bougies, avec réflecteur opalin, l'on réaliserait une économie de 70 %, tout en obtenant un aspect plus satisfaisant. Les figures 1 et 2 (fig. 151 et 170) du traité « Practical Illumination » de Cravath et Lansingh montrent que la distribution de lumière est pratiquement identique.

Étant donné que le prix des lampes au tungstène ne subira pas une baisse prochaine, l'emploi de ces lampes semble, jusqu'à nouvel ordre, limité aux unités de plus de 30 bougies. Finalement la lampe de 16 bougies au carbone sera

---

(1) Dans ces tableaux, la première ligne verticale à gauche donne la puissance lumineuse B en bougies, et la première ligne horizontale, les différentes tarifs du K. W. H.

(1) Les prix sont un peu exagérés pour des installations européennes, et, en France notamment, la lampe au tungstène coûte 4 francs en moyenne, tandis que l'on peut avoir de très bonnes lampes ordinaires pour 0 fr. 60. Ces tarifs se rapportent, il est vrai, à des lampes non munies de réflecteurs. Dans ces conditions, la lampe au tungstène semble devoir être encore plus avantageuse que ne l'indiquent les tableaux (N. D. T.).

## TABLEAU I

Prix de revient total par lampe-heure pour des lampes au tungstène de diverses puissances lumineuses.
Prix du K. W. H. en centimes.

| B | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | 1,05 | 1,10 | 1,15 | 1,20 | 1,25 | 1,30 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,50 |
| 16 | 0,830 | 0,910 | 0,990 | 1,070 | 1,15 | 1,230 | 1,310 | 1,390 | 1,470 | 1,550 | 1,630 | 1,710 | 1,790 | 1,870 | 1,950 |
| 20 | 0,85 | 0,95 | 1,05 | 1,15 | 1,25 | 1,35 | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,85 | 1,95 | 2,05 | 2,15 | 2,25 |
| 25 | 0,875 | 1,00 | 1,125 | 1,25 | 1,375 | 1,50 | 1,625 | 1,75 | 1,875 | 2,00 | 2,125 | 2,25 | 2,375 | 2,50 | 2,625 |
| 32 | 0,910 | 1,070 | 1,230 | 1,390 | 1,55 | 1,710 | 1,870 | 2,030 | 2,190 | 2,35 | 2,510 | 2,670 | 2,830 | 2,990 | 3,15 |
| 40 | 0,95 | 1,15 | 1,35 | 1,55 | 1,75 | 1,95 | 2,15 | 2,35 | 2,55 | 2,75 | 2,95 | 3,15 | 3,35 | 3,55 | 3,75 |
| 50 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,00 | 2,25 | 2,50 | 2,75 | 3,00 | 3,25 | 3,50 | 3,75 | 4,00 | 4,25 | 4,50 |
| 80 | 1,15 | 1,55 | 1,95 | 2,35 | 2,75 | 3,15 | 3,55 | 3,95 | 4,35 | 4,75 | 5,15 | 5,55 | 5,95 | 6,35 | 6,75 |
| 100 | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 | 8,25 |

## TABLEAU II

Prix de revient total par bougie-heure pour des lampes au tungstène de diverses puissances lumineuses.
Prix du K. W. H. en centimes.

| B | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 0,080 | 0,085 | 0,090 | 0,095 | 0,10 | 0,105 | 0,110 | 0,115 | 0,120 | 0,125 | 0,130 | 0,135 | 0,140 | 0,145 | 0,150 |
| 16 | 0,0520 | 0,0570 | 0,0620 | 0,0670 | 0,0720 | 0,0770 | 0,0820 | 0,0870 | 0,0920 | 0,0970 | 0,1020 | 0,1070 | 0,1120 | 0,1170 | 0,1220 |
| 20 | 0,0425 | 0,0475 | 0,0525 | 0,0575 | 0,0625 | 0,0675 | 0,0725 | 0,0775 | 0,0825 | 0,0875 | 0,0925 | 0,0975 | 0,1025 | 0,1075 | 0,112 |
| 25 | 0,035 | 0,0040 | 0,045 | 0,0505 | 0,055 | 0,060 | 0,065 | 0,070 | 0,075 | 0,080 | 0,085 | 0,090 | 0,095 | 0,10 | 0,105 |
| 32 | 0,0285 | 0,0335 | 0,0385 | 0,0435 | 0,0485 | 0,0535 | 0,0585 | 0,0635 | 0,0685 | 0,0735 | 0,0785 | 0,0835 | 0,0885 | 0,0935 | 0,0985 |
| 40 | 0,0237 | 0,0287 | 0,0337 | 0,0387 | 0,0437 | 0,0487 | 0,537 | 0,0557 | 0,0637 | 0,0687 | 0,0737 | 0,0757 | 0,0837 | 0,0887 | 0,0937 |
| 50 | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,05 | 0,055 | 0,06 | 0,065 | 0,070 | 0,075 | 0,080 | 0,085 | 0,090 |
| 80 | 0,0143 | 0,0193 | 0,0245 | 0,0295 | 0,0345 | 0,0395 | 0,0445 | 0,0495 | 0,0545 | 0,0595 | 0,0645 | 0,0695 | 0,0745 | 0,0795 | 0,0845 |
| 100 | 0,0125 | 0,0175 | 0,0225 | 0,0275 | 0,0325 | 0,0375 | 0,0425 | 0.0475 | 0,525 | 0,0575 | 0,0625 | 0,0625 | 0,0725 | 0,0775 | 0,0825 |

TABLEAU III

Prix de revient total par lampe-heure pour des lampes ordinaires et des lampes Gem.
Prix du K. W. H. en centimes.

| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carb. . | 0,43 | 0,68 | 0,93 | 1,18 | 1,43 | 1,68 | 1,93 | 2,18 | 2,43 | 2,68 | 2,93 | 3,18 | 3,43 | 3,68 | 3,93 |
| Gem. . | 0,48 | 0,73 | 0,98 | 1,23 | 1,48 | 1,73 | 1,98 | 2,23 | 2,48 | 2,73 | 2,98 | 3,23 | 3,48 | 3,73 | 3,98 |

TABLEAU IV

Prix de revient total par bougie-heure pour des lampes ordinaires et des lampes Gem.
Prix du K. W. H. en centimes.

| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carb. . | 0,027 | 0,043 | 0,058 | 0,0735 | 0,089 | 0,105 | 0,12 | 0,136 | 0,152 | 0,167 | 0,182 | 0,197 | 0,212 | 0,227 | 0,242 |
| Gem. . | 0,0245 | 0,036 | 0,0485 | 0,0615 | 0,074 | 0,865 | 0,099 | 0,111 | 0,123 | 0,136 | 0,149 | 0,161 | 0,174 | 0,186 | 0,199 |

souvent remplacée par une lampe de 32 bougies au tungstène, et ainsi la station et les consommateurs y trouveront également avantage, la consommation d'électricité ne diminuant pas de cette manière, et l'éclairage se trouvant bien supérieur pour une somme néanmoins plus faible.

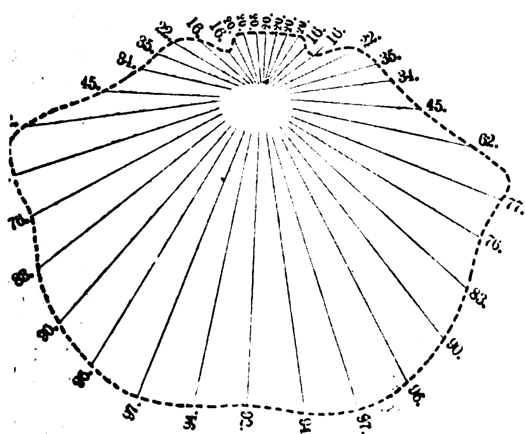


Fig. 1. — Répartition de la lumière avec 4 lampes au carbone de 16 b. munies d'un réflecteur opalin.

Si le prix du kilowatt-heure est inférieur à 20 centimes l'avantage des lampes au tungstène disparaît en partie par suite de leur prix élevé ; toutefois, même dans ce cas, il peut être encore avantageux de remplacer 1 lampe de 32 bougies au carbone (ou 2 de 16) par 1 lampe de 32 bougies au tungstène.

Il est intéressant de calculer quel devrait être le coût d'achat X de cette dernière pour qu'elle soit préférable, au point de vue économique, à une lampe de 16 bougies ordinaire (dépensant 50 watts), avec un tarif de l'énergie très réduit, 10 centimes le kilowatt-heure par exemple ; d'après (1) l'on doit avoir

$$\frac{80}{450} + \frac{50 \times 10}{1000} \geqslant \frac{X}{1000} + \frac{32 \times 10}{1000}.$$

d'où

$$X \leqslant 1 \text{fr}.50$$

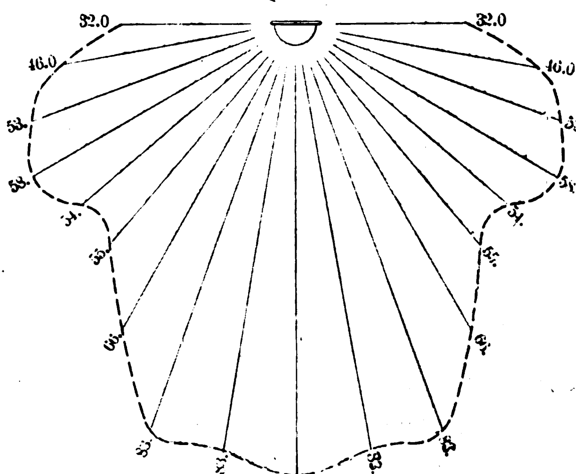



Fig. 2. — Répartition de la lumière avec une lampe au tungstène de 50 b. munie d'un globe Holophane.

Tous ces calculs supposent naturellement que la station ne fournit que l'énergie électrique à ses clients et que ceux-ci achètent leurs lampes ;

dans ce cas, l'emploi des nouvelles lampes est très avantageux pour eux. Il est également avantageux pour la station, bien que l'on puisse craindre que la consommation de chaque abonné diminue un peu pour quelque temps, car il favorise le développement des installations.

Le système de tarification basé sur la bougie-heure offrirait de grands avantages sur celui basé sur la consommation d'énergie, mais son adoption présentait cependant jusqu'à présent plusieurs difficultés. Avec ce mode de tarification. la lampe au tungstène a l'avantage de demander un watt par bougie, de telle sorte que le prix du kilowatt-heure est le même que celui du kilo-bougies-heures. Pour calculer le prix de ce dernier, l'on procéderait de la façon suivante ; l'on a vu que la lampe de 16 bougies au carbone dépense autant que celle de 32 bougies au tungstène, usure comprise ; d'après les tableaux, avec un tarif de 50 centimes le kilowatt-heure, la première coûte environ 2,5 centimes par heure, et la seconde un peu moins. Ce prix pourrait servir de base à une nouvelle tarification, en adoptant exclusivement des lampes de 32 bougies au tungstène, d'après les motifs exposés plus haut ; la station vendrait ainsi au consommateur, non pas de *l'énergie électrique,* mais *de la lumière* et grâce à ce système, tous les deux trouveraient avantage à se servir des lampes nouvelles.

Bien entendu, ces lampes doivent être manipulées avec soin à cause de leur fragilité ; d'ailleurs elles résistent mieux aux surtensions que les lampes au carbone, à cause du coefficient de température positif du métal ; cependant, d'après l'expérience de l'auteur, les lampes au tungstène sont plus sensibles que les lampes ordinaires aux fluctuations périodiques de la tension, probablement par suite de leur plus grand éclat intrinsèque.

J. B.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Exposé théorique et pratique de l'électricité industrielle.*** — Dangers des courants électriques, par **L. Zacon.** — 1 volume in-8 de 212 pages avec 94 figures. — Librairie de la Société d'éditions techniques, 16, rue du Pont-Neuf, Paris.

A vrai dire, l'étude des dangers électriques absorbe à elle seule la moitié de ce nouvel ouvrage. Une centaine de pages sont consacrées à l'exposé théorique et pratique de l'électricité industrielle. C'est trop ou pas assez. Il est vraisemblable que l'auteur a voulu décorer d'un titre général, et peut-être déplacé, un travail préparé dans un but bien déterminé : celui, par exemple, de répondre au programme d'admission à l'emploi d'inspecteur du travail. Quoi qu'il en soit, cette première partie est un résumé très hâtif des notions générales qui se rencontrent dans de trop nombreux ouvrages similaires.

La deuxième partie, celle qui concerne les dangers électriques, est plus intéressante parce que moins vulgarisée. L'auteur a fait un résumé des observations contenues dans les intéressants travaux de MM. Monmerqué, Kammerer, S. Leduc, etc. Il y a joint un certain nombre de prescriptions administratives, en particulier le récent décret du 11 juillet 1907.

A. Bq.

## VOLUMES REÇUS

***Les turbines à vapeur et à gaz,*** par **G. Belluzo,** traduit de l'italien par **G. Civalleri.** — 1 volume gr. in-8 de 436 pages avec 317 figures et 23 planches. — H. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : broché, 20 francs ; relié : 22 fr. 50.

***A text-book of electrical engineering,*** par **D^r A. Thomälen,** traduit de l'allemand par **George-W.-O. Howe.** — 1 volume in-8 de 456 pages avec 454 figures. — E. Arnold, éditeur, Londres. — Prix : relié, 18 fr. 75.

***Les industries électrochimiques,*** par **J. Escard.** — 1 volume gr. in-8 de 793 pages avec 332 figures. — Ch. Béranger, éditeur, Paris et Liège. — Prix : relié, 25 francs.

***Radiation from and melting points of palladium and platinum,*** par **W. Waidner** et **G.-K. Burgess.** — Extrait du *Bulletin of the Bureau of Standards,* Washington.

***Preliminary measurements on temperature and selective radiation of incandescent lamps,*** par **W. Waidner** et **G.-K. Burgess.** — Extrait du *Bulletin of the Bureau of Standards,* Washington.

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Noubt.

Tome LIII. Samedi 19 Octobre 1907. 14e Année. — N° 42

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE



## RELEVÉ DES CARACTÉRISTIQUES EN CHARGE DES DYNAMOS ET MOTEURS (*fin*) (1).

*Variation d'excitation.* — Comme pour l'étude des corrections à faire dans le cas d'une variation de courant induit, nous distinguerons encore ici deux cas, suivant l'importance du facteur de puissance.

1° $\cos\varphi < 0{,}5$. — Si le déphasage est supérieur à 60°, le théorème de Potier restant applicable dans les conditions indiquées, nous pourrons encore avec les alternateurs dire que :

*Pour une même vitesse et un même courant dans l'induit, les chutes de tension sont indépendantes des excitations et proportionnelles aux composantes déwattées du courant, si le facteur de puissance et les excitations sont peu différents.*

Le théorème peut s'exprimer par la formule :

$$\frac{h}{h'} = \frac{\sin\varphi}{\sin\varphi'}.$$

Comme dans le cas d'une variation de courant dans l'induit, ce théorème est rigoureux pour les excitations comprises dans les parties droites de la caractéristique à vide en tant que le théorème de Potier est lui-même exact (faible saturation dans l'induit).

(1) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 12 octobre 1907, p. 37.

2° $\cos \varphi > 0,5$. — Pour étudier le cas d'un déphasage faible, nous considérerons encore deux cas, suivant l'importance de la saturation.

Si tout d'abord la saturation est telle qu'une augmentation sensible d'excitation n'augmente pas le flux à vide, les conditions de fonctionnement de l'induit resteront les mêmes et l'on aura à la limite

$$\frac{h}{h'} = \frac{\sin \psi}{\sin \psi'}, \qquad \text{ce qui conduit à} \qquad h = h'.$$

Il suffit du reste que la saturation soit simplement telle, qu'à une augmentation d'excitation corresponde un accroissement proportionnel du flux dans l'induit à vide (portion droite de caractéristique à vide), pour qu'il en soit ainsi. En effet, dans ce cas, le courant restant le même et le décalage $\psi$ variant peu, à toute augmentation d'excitation correspondra une augmentation proportionnelle du flux et par suite de la tension aux bornes (¹).

Pour des inductions faibles, on peut raisonner comme dans le cas précédent. La tension aux bornes sera donnée par la même formule :

$$U = \sqrt{E^2 - R^2I^2\cos^2\varphi} - RI\sin\varphi,$$

dans laquelle on remplacera cette fois $\dot{R}$ ou mieux RI par :

$$RI = \sqrt{E'^2 - U^2\cos^2\varphi} - U\sin\varphi,$$

Pour des tensions aux bornes assez grandes par rapport à RI, on aura comme plus haut :

$$h = \frac{R^2I^2\cos^2\varphi + 2ERI\sin\varphi}{2E},$$

ce qu'on conduira à :

$$\frac{h}{h'} = \frac{RI\cos^2\varphi + 2E\sin\varphi}{RI\cos^2\varphi' + 2E'\sin\varphi'} \cdot \frac{E'}{E},$$

pour une tension à vide voisine E'.

Dans le cas d'un décalage nul, il vient :

$$\frac{h}{h'} = \frac{E'}{E} = \frac{i'}{i}$$

égalité qui exprime que les chutes de tension sont alors dans le rapport inverse des forces électromotrices à vide.

Comme précédemment, voyons ce que donnent ces formules lorsque la tension induite, pour l'excitation relevée expérimentalement $i'$, est celle qui correspond à un courant de court-circuit égal au double du courant normal, et admettons qu'il s'agisse d'une différence d'excitation de 10 °/₀, par exemple, avec $i < i'$, et par suite d'une différence de même ordre pour les forces électromotrices.

(¹) Cette remarque qui n'est autre qu'une forme particulière du troisième théorème établi pour les dynamos à courant continu et les alternateurs à fort décalage, permet de donner une autre solution du problème des corrections des caractéristiques, autres que celles à courant constant, des dynamos à courant continu à fort décalage des balais et des alternateurs à assez faible saturation avec déphasage quelconque.

Il suffit, en effet, après avoir fait la correction de vitesse, de chercher sur la caractéristique à vide la variation de tension, à vide $\Delta E$ qui correspond à la variation d'excitation, pour la vitesse normale, et d'écrire que l'on a :

$$U_1 - U = \Delta E,$$

équation qui permet de calculer U ou $\Delta E$ suivant les cas.

Les valeurs exactes sont alors respectivement pour des facteurs de puissance de 1 et de 0,9 :

$$\frac{h}{h'} = 1{,}125 \quad \text{et} \quad \frac{h}{h'} = 1{,}03,$$

alors que les deux formules simplifiées donnent les valeurs suivantes :

$$\frac{h}{h'} = 1{,}1 \quad \text{et} \quad \frac{h}{h'} = 1{,}03.$$

On peut donc encore conclure que dans ce cas les formules approchées :

$$\frac{h}{h'} = \frac{E'}{E}$$

conviennent pour le cas d'un facteur de puissance égal à l'unité, tandis que pour un facteur de puissance égal au plus à 0,9, on peut prendre simplement :

$$h = h',$$

tant que les différences d'excitation ne dépassent pas 10 %.

Dans ce dernier cas, les corrections sont alors les mêmes que pour une forte saturation.

Pour $\cos\varphi = 1$, le rapport $\frac{h}{h'}$, lorsque l'on passe d'une faible saturation à une forte saturation, passant de $\frac{E'}{E}$ à l'unité, on pourra encore, dans ce cas, représenter approximativement cette loi par :

$$\frac{h}{h'} = \frac{\alpha + \beta E'}{\alpha + \beta E},$$

$\alpha$ et $\beta$ ayant la même signification que plus haut et correspondant à l'excitation relevée expérimentalement, si celle-ci est la seule connue et à la moyenne des excitations $i$ et $i'$ si ces deux valeurs sont connues.

Comme plus haut, $\alpha = 0$, $\beta = 1$, pourront correspondre, de plus, à la partie décrite par la caractéristique émanant de l'origine, et $\alpha = 1$, $\beta = 0$ à celle correspondant aux fortes saturations.

### Applications.

Dans les applications que nous allons faire de ces trois théorèmes, nous ne nous occuperons, en ce qui concerne les caractéristiques à courant, tension et excitation constants, que du cas où le facteur de puissance est inférieur à 0,5 ou égal à 1. Pour les autres cas, en effet ($\cos\varphi$ compris entre 0,5 et 0,9), les formules sont les mêmes que pour les dynamos à courant continu avec fort décalage des balais. Nous conserverons naturellement les mêmes notations générales et nous remarquerons qu'ici les corrections peuvent porter sur l'une ou l'autre des variables et même de préférence maintenant sur le débit au lieu des excitations puisque, comme le montrent les calculs faits plus haut, l'approximation est alors un peu plus grande.

*a) Caractéristique à courant constant :*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Valeurs relevées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $V'$ | $U'$ | $I'$ | $\cos\varphi'$ | $i$ |
| Valeurs imposées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | $V$ | | $I$ | $\cos\varphi$ | |
| Valeur calculée. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | $U$ | | | |

Les corrections comprennent les opérations suivantes :

| | cos φ = 1 | cos φ < 0,5 |
|---|---|---|
| 1° Calcul de la tension aux bornes à la vitesse V et pour le courant I'. | $U_1 = U'\frac{V}{V'}$ | |
| 2° Calcul de la chute de tension à la vitesse V et pour le courant I'. | $h' = E_i^v - U_1$ | |
| 3° Calcul de la chute de tension pour le courant I. | $h = h'\frac{\alpha I + \beta I^2}{\alpha I' + \beta I'^2}$ | $h = h'\frac{I \sin \varphi}{I' \sin \varphi'}$ |
| 4° Différence de potentiel cherchée. | $U = E_i^v - h.$ | |

*b) Caractéristique à tension constante:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Valeurs relevées. | V' | U' | I | cos φ' | $i'$ |
| Valeurs imposées. | V | U | | cos φ | |
| Valeur calculée. | | | | | $i(E_i^v)$ |

Les corrections peuvent se résumer ainsi :

| | cos φ = 1 | cos φ < 0,5 |
|---|---|---|
| 1° Calcul de la tension aux bornes à la vitesse V et pour I, φ' et $i'$. | $U_1 = U'\frac{V}{V'}$ | |
| 2° Calcul de la chute de tension pour I, φ' et $i'$. | $h' = E_i^v - U_1$ | |
| 3° Calcul de la chute de tension pour I, φ et $i$. | $h = h'\frac{\alpha + \beta E_i^v}{\alpha + \beta E_i^v}$ (1) | $h = h'\frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'}$ |
| 4° Force électromotrice induite cherchée. | $E_i^v = U + h.$ | |

Le courant d'excitation $i$ se lit sur la caractéristique à vide.

Le problème des corrections de caractéristiques à tension constante peut se traiter aussi de la manière suivante en prenant $i$ comme variable indépendante. On a :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Valeurs relevées. | V' | U' | I' | cos φ' | $i$ |
| Valeurs imposées. | V | U | | cos φ | |
| Valeur calculée. | | | I | | |

Les corrections sont :

| | cos φ = 1 | cos φ < 0,5 |
|---|---|---|
| 1° Calcul de la tension aux bornes à V pour I', φ' et $i$. | $U_1 = U'\frac{V}{V'}$ | |
| 2° Calcul de la chute de tension à V pour I', φ' et $i$. | $h' = E_i^v - U_1$ | |
| 3° Calcul de la chute de tension à V pour I, φ et $i$. | $h = E_i^v - U$ | |
| 4° Calcul du courant I. | $\frac{h}{h'} = \frac{\alpha I + \beta I^2}{\alpha I' + \beta I'^2}$ | $I = I'\frac{h \sin \varphi'}{h \sin \varphi}.$ |

*c) Caractéristique à excitation constante :*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Valeurs relevées. | V' | U' | I | cos φ' | $i'$ |
| Valeurs imposées. | V | | | cos φ | $i$ |
| Valeur calculée. | | U | | | |

(1) La valeur de $h$ s'obtiendra par approximations successives si β n'est pas nul. Une ou deux approximations suffisent.

L'on a alors :

| | $\cos \varphi = 1$ | $\cos \varphi < 0{,}5$ |
|---|---|---|
| 1° Calcul de la tension aux bornes à V pour I, $\varphi'$ et $i'$. . | $U_1 = U' \dfrac{V}{V'}$ | |
| 2° Calcul de la chute de tension pour I, $\varphi'$ et $i'$. . . . | $h' = E^v_{i'} - U_1$ | |
| 3° Calcul de la chute de tension pour I, $\varphi$ et $i$. . . . . | $h = h' \dfrac{\alpha + \beta E^v_i}{\alpha + \beta E^v_{i'}}$ | $h = h' \dfrac{\sin \varphi}{\sin \varphi'}$ |
| 4° Différence de potentiel cherchée. . . . . . . . . | $U = E^v_i - h.$ | |

*d) Caractéristiques en V.* — Pour les caractéristiques en V, on peut distinguer deux cas suivant qu'il s'agit d'une caractéristique à vide ou d'une caractéristique pour une charge donnée.

Si le moteur est à vide, le facteur de puissance est toujours voisin de zéro, sauf pour le point de régime correspondant au minimum du courant. Dans ce cas, les corrections à faire sont les suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Valeurs relevées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | V' | U' | I' | $i$ |
| Valeurs imposées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | V | U | | |
| Valeur calculée. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | | I | |

1° Calcul de la tension à la vitesse V pour I' et $i$. . . . $U_1 = U' \dfrac{V}{V'}$

2° Calcul de la chute de tension à V pour I' et $i$. . . . $h' = E^v_i - U_1$

3° Calcul de la chute de tension à V pour I et $i$. . . . $h = E^v_i - U$

4° Courant cherché. . . . . . . . . . . . . . $I = I' \dfrac{h}{h'}$.

On pourrait également prendre I comme variable indépendante.

Avec une charge déterminée, le problème est un peu plus compliqué car le facteur de puissance peut prendre une valeur quelconque comprise entre 1 et 0. On peut supposer qu'il ne s'agit pas d'un point de régime trop voisin du minimum de courant, on a alors un facteur de puissance toujours inférieur à 0,9.

Dans ce cas, nous aurons :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Valeurs relevées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | V' | U' | I' | $\cos \varphi$ | W' | $i'$ |
| Valeurs imposées. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | V | U | | $\cos \varphi$ | W | |
| Valeur calculée. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | | I | | | $i(E^v_i)$ |

Le courant I est donné par la relation

$$\cos \varphi = \frac{W'}{U'I'} = \frac{W}{UI},$$

d'où

$$I = I' \frac{WU'}{W'U}.$$

On dirige alors le calcul de la manière suivante :

1° Calcul de la tension aux bornes à la vitesse V pour I' et $i'$. . . . . . . . . . . . . . . . $U_1 = U' \dfrac{V}{V'}$

2° Calcul de la chute de tension à V pour I' et $i'$. . . . $h' = E^v_{i'} - U_1$

3° Calcul de la chute de tension à V pour I et $i'$. . . . $h = h' \dfrac{I}{I'} = h' \dfrac{WU'}{W'U}$

4° Force électromotrice cherchée. . . . . . . . . $E^v = U + h.$

Le courant $i$ se lit sur la caractéristique à vide.

Comme dans le cas précédent, on pourrait prendre $i$ comme variable indépendante, mais il faudrait alors faire des corrections sur le facteur de puissance, ce qui est moins exact si le décalage ne dépasse pas 60°.

### III. — Moteurs asynchrones.

Il nous reste, pour terminer cette étude, à examiner le cas des moteurs asynchrones. Les corrections sur les différentes quantités relevées peuvent se faire encore, à condition de choisir convenablement la variable auxiliaire ou indépendante. Nous prendrons pour celle-ci soit la puissance fournie à l'inducteur, soit le couple, ce qui nous permettra de trouver une relation simple entre les glissements et les tensions.

Le problème est alors le suivant : ayant relevé un point de régime U', I', W' avec une fréquence $f'$ et un glissement $g'$, trouver pour une tension U et une fréquence $f$, les autres éléments I, W, $g$ et le facteur de puissance si l'on suppose que le couple reste le même.

On sait que le couple C d'un moteur asynchrone, s'il est suffisamment éloigné du couple maximum, est sensiblement proportionnel à la différence des vitesses angulaires $\Omega$ du champ et $\omega$ du rotor et au carré du flux dans l'inducteur.

On a donc :

$$C = k(\Omega - \omega)\Phi^2.$$

Pour le second régime on aurait :

$$C = k(\Omega' - \omega')\Phi'^2$$

d'où :

$$(\Omega - \omega)\Phi^2 = (\Omega' - \omega')\Phi'^2.$$

Mais on a, si la résistance de l'inducteur est suffisamment faible :

$$U = K\Omega\Phi \qquad \text{et} \qquad U' = K\Omega\Phi'.$$

K étant une constante.

On en déduit :

$$\frac{(\Omega - \omega)U^2}{\Omega^2} = \frac{(\Omega' - \omega')U'^2}{\Omega'^2},$$

ou

$$g\frac{U^2}{\Omega} = g'\frac{U'^2}{\Omega'},$$

expression qui donne pour $g$ la valeur :

$$g = g' \cdot \frac{U'^2\Omega}{U^2\Omega'} = \frac{g'\,U'^2 f}{U^2 f'}.$$

La puissance fournie à l'inducteur étant dans l'expérience W', la puissance utilisée sur l'induit sera :

$$(W' - p'_1 - p''_1)\frac{\omega'}{\Omega'},$$

dans laquelle $p'_1$ représente les pertes à vide dans les conditions de l'expérience (tension U' et fréquence $f'$) qu'on peut déduire de la caractéristique des pertes à vide à la fréquence $f$ et pour des tensions variables, et $p''_1$ les pertes par effet Joule dans l'inducteur.

Approximativement, on peut prendre seulement :

$$(W' - p'_1)\frac{\omega'}{\Omega'},$$

qui correspond à un couple

$$\frac{W' - p'_1}{\Omega'},$$

Le couple étant le même pour le régime imposé, on a :

$$\frac{W' - p'_1}{\Omega'} = \frac{W - p_1}{\Omega},$$

d'où l'on tire :

$$W = (W' - p'_1)\frac{f}{f'} + p_1.$$

De la valeur de W on déduira, en désignant par $q$ le nombre de phases :

$$I \cos\varphi = \frac{W}{qU}.$$

Pour trouver les deux quantités I et $\varphi$, on peut calculer la composante déwattée du courant I sin $\varphi$. Le diagramme bien connu du cercle donne (fig. 5) pour valeur de cette quantité, en désignant par $i$, le courant watté à vide.

$$I \sin\varphi = I_0 + (I\cos\varphi - i)\,\mathrm{tg}\,\beta.$$

Mais $\mathrm{tg}\,\beta = \sigma\,\mathrm{tg}\,\theta$, $\sigma$ étant le coefficient de fuite au moteur ;

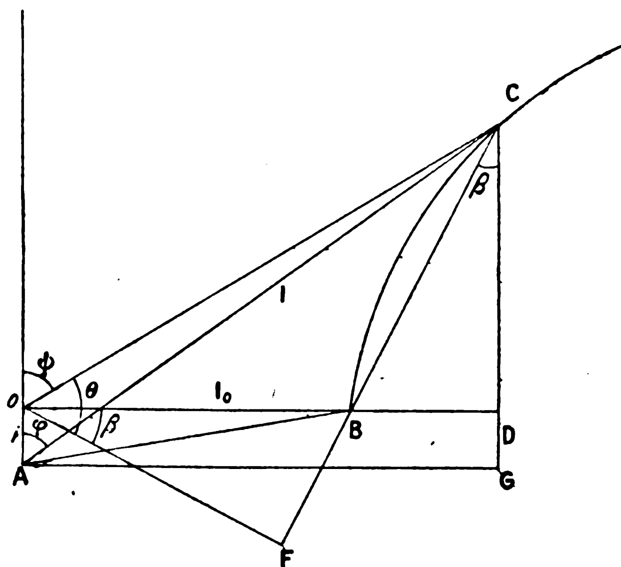



Fig. 5. — Diagramme des moteurs asynchrones.

d'où

$$I \sin\varphi = I_0 + (I\cos\varphi - i)\sigma\,\mathrm{tg}\,\theta.$$

On aurait de même :

$$I' \sin\varphi' = I'_0 + (I'\cos\varphi' - i)\sigma\,\mathrm{tg}\,\theta,$$

d'où l'on déduit la relation :

$$\frac{I \sin \varphi - I_0}{I' \sin \varphi' - I'_0} = \frac{(I \cos \varphi - i) \operatorname{tg} \theta}{(I' \cos \varphi' - i') \operatorname{tg} \theta'}.$$

Comme le rapport $\frac{\operatorname{tg} \theta}{\operatorname{tg} \theta'}$ a pour valeur $\frac{gf}{g'f'}$, et comme $i$ et $i'$ sont respectivement égaux à

$$\frac{p_1}{qU} \quad \text{et} \quad \frac{p'}{qU'},$$

nous aurons finalement la relation :

$$\frac{I \sin \varphi - I_0}{I' \sin \varphi' - I'_0} = \frac{W - p_1}{W' - p'_1} \frac{U'}{U} \frac{gf}{g'f'} = \frac{W - p_1}{W' - p'_1} \frac{U'^3 f^2}{U^3 f'^2},$$

qui donnera la valeur de $I \sin \varphi$ après qu'on y aura remplacé $I'_0$ par sa valeur en fonction de $I_0$ :

$$I'_0 = I_0 \times \frac{U'}{U} \cdot \frac{f'}{f}.$$

Pour les régimes voisins du régime normal, on pourra prendre approximativement :

$$\frac{I \sin \varphi - I_0}{I' \sin \varphi' - I'_0} = \left(\frac{U'f}{Uf'}\right)^3.$$

*Conclusions.*

Les nombreux exemples que nous avons donnés comme applications des théorèmes généraux établis montrent suffisamment l'intérêt qu'ils ont pour faciliter les essais de machines dans des conditions déterminées.

Leur but est néanmoins beaucoup plus large, car ils permettent aussi, dans un autre ordre d'idées, de résoudre certains problèmes de la technique comme, par exemple, de prévoir facilement, par le calcul, les conditions de fonctionnement de machines déjà étudiées dans des conditions un peu différentes.

A ces différents titres, nous avons supposé que ces méthodes pouvaient rendre de nombreux services dans la pratique, c'est pourquoi nous avons tenu à les exposer succinctement ici.

C.-F. GUILBERT.

---

## L'USINE DE THUSY-HAUTERIVE (SUISSE)

### EXPLOITATION ET DÉVELOPPEMENTS

Bien que les grands périodiques d'électricité n'aient donné aucune notice descriptive complète de l'usine hydro-électrique de Thusy-Hauterive, située en Suisse, dans le canton de Fribourg, nous ne voulons pas entrer ici dans le détail des installations [1]. Nous nous

[1] Cf J. DALEMONT. L'usine de Thusy-Hauterive. *Bulletin de l'Ass. des ing. sortis de l'Institut Montefiore*, 1904, n° 3 pg. 162 et n° 4 pg. 229 En 1905, le *Bulletin technique de la Suisse romande* a publié un exposé général sous le titre « Production et utilisation de l'énergie électrique dans le canton de Fribourg. Ed. Rouge et Cie ed. Lausanne.

bornerons à indiquer le plan d'ensemble de cette usine, l'extension progressive de son réseau, son exploitation et ses développements.

A Thusy, sur la Sarine, à quinze kilomètres en amont de Fribourg, on a construit un barrage et une prise d'eau amenant l'eau par un tunnel de dérivation d'une longueur de 9 kilomètres environ, à la mise en charge de l'usine génératrice établie à Hauterive (voir carte 1).

On dispose ainsi d'une chute de 60 mètres environ et le débit maximum atteint une douzaine de mètres cubes par seconde. La section utile du tunnel est de 15 mètres carrés. L'usine comprenait en 1902, à l'époque de la mise en marche, 4 groupes de turbines-alternateurs de 1 200 H. P. à 300 tours par minute, et deux groupes d'excitatrices de 60 kilowatts à 600 tours (125 volts).

La tension primaire de distribution était fixée à 8 600 volts à l'usine. Tous les tableaux de manœuvre, rails collecteurs, interrupteurs, fusibles, compteurs, parafoudres, tourelles de départ ont été installés ou prévus pour la puissance totale de la chute. L'usine comprenait en outre, dès l'origine, les services et appareils accessoires, ponts roulants, ateliers de réparations, etc. Les bureaux d'études et les services administratifs sont établis à Fribourg.

La zone de distribution de l'usine est limitée par celles des usines voisines existantes; dans le canton de Fribourg, usine de Montbovon (5 600 H. P.); usine de Chatel-St-Denis (1 000 à 1 500 H. P.); usine de Charmey (1 000 H. P.); dans le canton de Berne: usine de la Kander

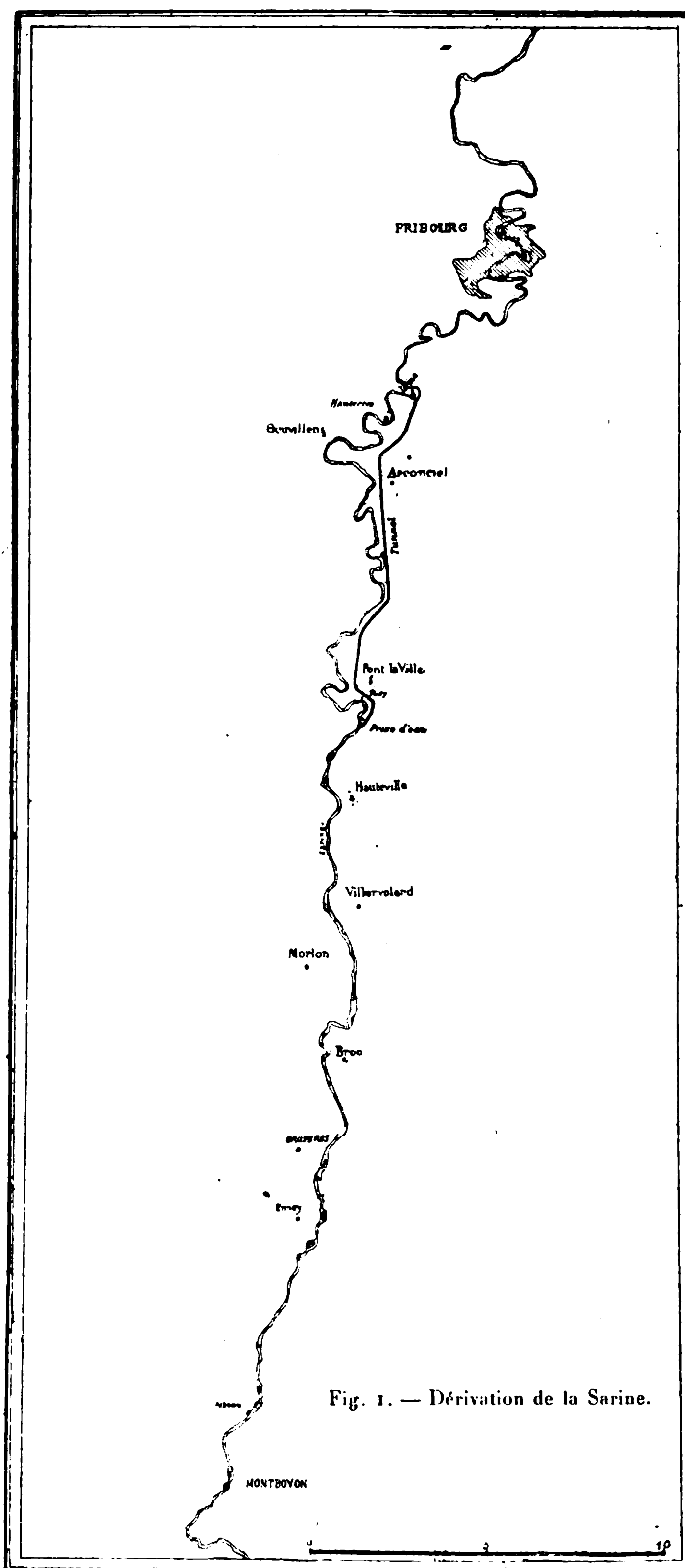


Fig. 1. — Dérivation de la Sarine.

(10 000 H. P.); dans le canton de Vaud : usine des Clées à Yverdon (2 000 H. P.). Un accord a fixé la zone respective de toutes ces usines de façon à éviter une guerre inutile de tarifs. Le réseau d'Hauterive se développe sur un territoire dont la superficie atteint 1 026 kilomètres carrés. Il est réuni en deux points à celui de l'usine de Montbovon qui distribue à la même tension, de sorte que ces deux usines peuvent, en cas d'accident, se prêter un mutuel appui.

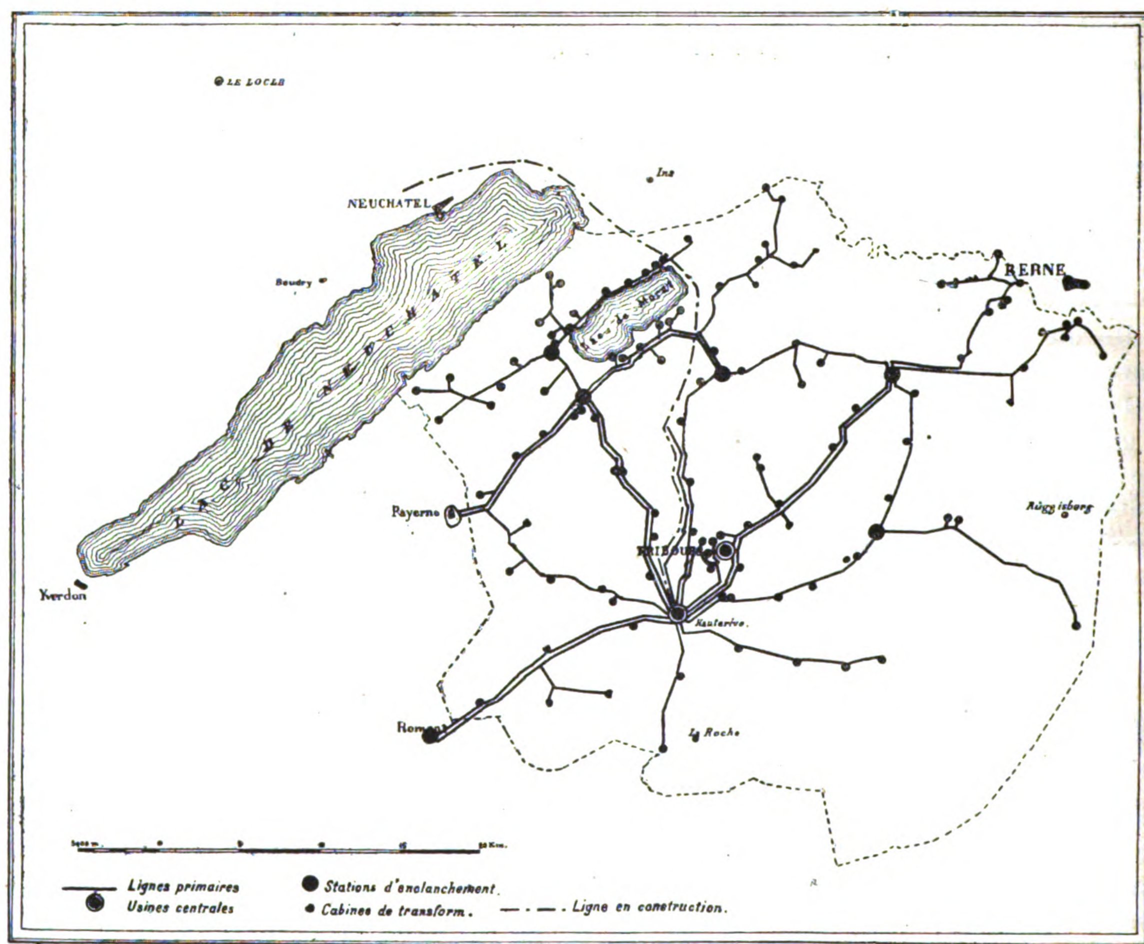



Fig. 2. — Usine de Thusy-Hauterive. (Réseau.)

La zone d'Hauterive, où l'industrie est fort peu développée, et dont la population se livre surtout à l'élevage, comprend environ 186 communes avec un total de 105 407 habitants.

Les réseaux primaires et secondaires se sont étendus peu à peu et ont exigé une immobilisation assez considérable, dont la valeur totale dépasse le coût même des installations primitives de l'usine. La carte 2 montre les lignes de la distribution primaire, les points de sectionnement et les stations de transformateurs.

Les frais d'installation se sont élevés à près de 5 millions se répartissant comme suit :

TABLEAU I

| | |
|---|---|
| Barrage | 151 000 |
| Prise d'eau | 133 000 |
| Tunnel | 2 139 000 |
| Mise en charge | 135 000 |
| Routes et ponts | 133 500 |
| Défense des rives, etc. | 36 000 |
| Usine | 426 000 |
| Turbines | 124 000 |
| Dynamos | 310 000 |
| Terrains et expropriations | 26 500 |
| Frais généraux (études, etc.) | 90 500 |
| Matériel et mobilier, transport, etc. | 290 500 |
| Intérêts divers | 667 000 |
| | 4 843 000 |

Si l'on admet donc que l'usine puisse donner une moyenne de 6 000 kilowatts aux bornes, on voit que la dépense d'installation par kilowatt dépasse légèrement 800 francs.

* * *

Le tableau suivant donne le développement des diverses lignes de distribution, du matériel et des appareils qui, depuis 1902, ont été successivement établis pour le transport de l'énergie :

TABLEAU II

| ANNÉES | POTEAUX | ISOLATEURS | LONGUEUR DES LIGNES en km. | LONGUEUR DES FILS DE CUIVRE en km. | POIDS DU CUIVRE EN KGR. | POIDS EN KGR. PAR KM. DE FIL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1902 | 4 730 | 22 574 | 160,2 | 765,0 | 237 565 | 310 |
| 1903 | 11 539 | 50 988 | 446,4 | 1 572,3 | 337 305 | 214 |
| 1904 | 18 425 | 78 276 | 511,7 | 2 399,1 | 511 713 | 212 |
| 1905 | 22 294 | 96 107 | 926,3 | 2 950,6 | 604 622 | 205 |
| 1906 | 25 365 | 111 576 | 1 081,1 | 3 395,6 | 650 503 | 194 |

Le développement du réseau entraîne non seulement d'importantes dépenses en matériel de ligne, mais une augmentation des frais généraux et des dépenses d'exploitation ; les données qui permettent de juger pour l'installation d'Hauterive, cette double augmentation, sont consignées dans le tableau III.

A ces renseignements sur le développement des installations et des dépenses corrélatives, il est nécessaire d'ajouter ceux qui permettent de juger les résultats positifs de l'exploitation. Dans le tableau IV sont indiqués : le nombre de lampes et le nombre de moteurs alimentés, avec les recettes totales produites par les abonnements.

TABLEAU III

| ANNÉES | LIGNES PRIMAIRES DÉPENSES EN FRANCS | LIGNES SECONDAIRES DÉPENSES EN FRANCS | FRAIS GÉNÉRAUX |
|---|---|---|---|
| 1902 | 1 055 966* | 337 186* | 43 524 |
| 1903 | 137 777 | 491 975 | 79 197 |
| 1904 | 185 758 | 675 290 | 93 929 |
| 1905 | 121 663 | 595 611 | 135 702 |

(¹) Les chiffres marqués d'une * indiquent la valeur en fcs à la fin de 1902 ; tous les autres chiffres représentent le montant des dépenses annuelles.
(²) Les chiffres de 1906 n'ont pas été publiés.

TABLEAU IV

| | NOMBRE DE LAMPES | NOMBRE DE BOUGIES | NOMBRE DE MOTEURS | PUISSANCE-NOM. EN CHEVAUX | RECETTES POUR ABONNEMENTS |
|---|---|---|---|---|---|
| Juillet 1902 | 1 193 | 16 000 | 9 | 97 | 33 000 |
| 1er janvier 1903 | 4 700 | 53 047 | 29 | 317 | 93 000 |
| — 1904 | 12 570 | 122 000 | 85 | 599 (suppl.) | 185 000<br>88 000 (²) |
| — 1905 (¹) | 21 964 | 209 000 | 159 | 887 | 305 000<br>127 000 |
| — 1906 | 33 800 | 312 000 | 302 | 1 361 | 441 500<br>165 000 |
| — 1907 | 41 000 | 366 000 | 415 | 1 701 | 508 000<br>180 000 |

(¹) En 1905, 2 nouveaux groupes de 1 200 H.P. semblables aux quatre groupes installés à l'origine, ont été mis en service.
(²) Ces chiffres se rapportent à tout le disponible vendu en bloc.

Les tarifs adoptés pour la lumière comprennent des abonnements à forfait ou au compteur, ceux-ci pour des installations d'au moins 250 bougies et avec un minimum de consommation garanti. Pour les moteurs, l'emploi du compteur n'est admis qu'à titre d'exception et pour une marche tout à fait intermittente. Tous les abonnements sont à forfait avec un tarif variable suivant la puissance nominale du moteur et suivant qu'il s'agit de moteurs pouvant fonctionner jour et nuit ou de moteurs arrêtés pendant les heures d'éclairage.

L'usine d'Hauterive n'alimente pas seulement un réseau de lumière et de force, comprenant lampes, moteurs fixes, tramways urbains et chemins de fer, mais elle fournit tout le supplément disponible de son énergie, à une usine électrométallurgique.

Une ligne directe double d'environ 15 kilomètres, divisée en 2 tronçons, réunit les deux usines ; elle est alimentée par 2 transformateurs de 1 000 kilowatts qui transforment de 8 000/25 000 (montage en triangle) et un transformateur de 2 500 kilowatts qui transforme de 8 000/32 000 (montage en étoile). L'usine réceptrice transforme de 32 000 à 16 000 et par une seconde transformation de 16 000 à 70.

*
* *

Depuis deux ans d'importants travaux hydrauliques ont dû être entrepris pour augmenter

la puissance disponible de l'usine [1] afin de satisfaire aux demandes croissantes de la clientèle. En examinant la carte 2 on verra déjà que l'énergie de l'usine de Thusy-Hauterive ne s'est pas arrêtée aux frontières cantonales. La ligne en traits interrompus qui part de l'usine et aboutit au Nord-Ouest de la ville de Neuchatel, est actuellement en construction et est destinée à fournir de l'énergie à une Société Neuchateloise qui vient de se fonder [2] pour alimenter les communes du canton de Neuchatel.

Jusqu'à présent la distribution d'électricité était assurée par les services industriels du canton de Neuchatel [3] dont l'usine génératrice est établie près de Boudry dans le val Travers, mais la consommation croissante a obligé la ville à construire il y a deux ans une usine de secours à vapeur comprenant trois turbo-dynamos de 500 H. P. chacune. Le transport de 1 000 kilowatts Hauterive à Neuchatel, sous une tension de 32 000 volts, était évidemment préférable au développement de la centrale à vapeur.

Les travaux hydrauliques exécutés à Hauterive consistent en ceci : Le barrage de la prise d'eau à Thusy a été relevé de 1$^{m}$,90, ce qui a donné une augmentation de vitesse de l'eau dans le tunnel et par suite, le débit a pu s'élever notablement. D'autre part, on peut également à la mise en charge à Hauterive, grâce à des vannes mobiles qui ont été établies, relever le niveau ou le ramenerà sa valeur primitive, et cela permet, d'une part, d'augmenter la hauteur de chute et d'autre part, de réaliser une accumulation d'environ 40 000 mètres cubes dans le tunnel. On peut ainsi successivement utiliser et renouveler cette réserve et la durée de ces deux opérations peut être réglée suivant les besoins.

Tels sont les grands traits de l'exploitation et du développement de cette importante usine pendant les cinq dernières années ; en les retraçant ici, nous espérons fournir quelques documents utiles à ceux qui s'occupent de l'installation d'usines hydro-électriques.

J. Dalemont.

---

## LA GRANDE INDUSTRIE ÉLECTROCHIMIQUE *(fin)* [4].

*Procédé Lederlin* (Brevet français n° 317 930 du 8 janvier 1902). — Dans ce procédé, on s'adresse à l'acide chlorhydrique pour saturer l'excès d'alcali caustique et empêcher ensuite l'électrolyte de devenir alcalin.

L'inventeur avait déjà préconisé autrefois l'emploi d'un bichromate alcalin du métal approprié à l'opération électrochimique combiné avec l'addition d'acide chlorhydrique dilué. L'emploi du bichromate alcalin avait été fait pour la première fois, dès 1898, par Miller, et appliqué au procédé Gall et de Montlaur.

Mais l'existence d'un électrolyte acide a des inconvénients qui ont conduit M. Lederlin à adopter un électrolyte neutre, avec l'emploi d'un chromate neutre par conséquent, et on

(1) Le débit de la Sarine a diminué par suite d'une circonstance qui mérite d'être indiquée. Une usine hydro-électrique établie dans un canton voisin a installé dans les régions élevées où la Sarine prend sa source un canal d'adduction qui a eu pour résultat d'enlever à la rivière une partie des sources qui l'alimentaient. Nous avons signalé ce fait et d'autres semblables avec leurs graves conséquences dans un travail que va publier *La géographie*. « L'utilisation des chutes d'eaux en Suisse. »

(2) Société Neuchateloise d'Électricité, capital 400 000 francs qui sera augmenté suivant le développement des réseaux.

(3) *Eclairage Electrique*. L'usine électrique des Clées (Boudry), t. IX, p. 550.

(4) *Eclairage Electrique*, t. LIII, 12 octobre 1907, p. 49.

veille à ce que l'électrolyte soit bien maintenu dans cet état neutre, en saturant continuellement l'alcalinité qui tend à se produire par des additions convenables d'acide chlorhydrique dilué.

On maintient ainsi l'électrolyte à l'état neutre d'une manière continue.

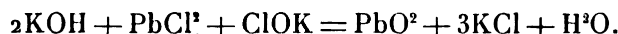
Bien plus, dans un autre brevet (Brevet français n° 317 931 du 8 janvier 1902), l'inventeur prétend pouvoir se passer du chromate ou du bichromate, et obtenir un rendement de 90 °/₀ de chlorate alcalin par des additions convenables d'acide chlorhydrique dilué seul.

Mais alors on retombe sur un électrolyte légèrement acide, et la considération de l'inattaquabilité des anodes en platine iridié tend à déconseiller l'application de ce moyen d'amélioration du rendement.

*Procédé Couleru* (Brevet français 358 798 du 24 octobre 1905). — M. Couleru résume très nettement l'état actuel du rendement dans la fabrication électrolytique des chlorates alcalins : ce rendement est de 40 °/₀ en chlorate dans un électrolyte contenant de l'alcali caustique libre ; il s'élève à 60 °/₀ grâce à l'addition d'un chromate alcalin ; il atteint enfin 90 °/₀ lorsqu'on ajoute un peu d'acide chlorhydrique à l'électrolyte.

Mais dans ce dernier cas, le milieu électrolytique étant acide, on a comme inconvénient une attaque de l'anode en platine iridié par le chlore en solution acide, et un dégagement de gaz délétères nuisibles pour le personnel.

L'inventeur cherche donc un moyen de neutraliser l'alcali caustique, cause de l'abaissement du rendement, mais sans employer d'acide chlorhydrique à cause des inconvénients de cet emploi. A cet effet, il opère par double décomposition ; on neutralise l'alcali qui se forme continuellement par du chlorure de magnésium ou du chlorure de plomb. Il se forme le chlorure d'alcalin, et de la magnésie insoluble dans le premier cas, ou du peroxyde de plomb également insoluble dans le second cas, suivant la réaction :



$$2KOH + PbCl^2 + ClOK = PbO^2 + 3KCl + H^2O.$$

L'oxyde de plomb, primitivement précipité, se peroxyde en effet rapidement dans ce milieu oxydant.

Le rendement en chlorate s'élèverait, au dire de l'inventeur, au chiffre de 85 à 90 °/₀, avec l'emploi corrélatif du chromate alcalin. En fait, l'électrolyte serait ainsi spontanément maintenu à l'état neutre, ce qui est avantageux au point de vue de l'inattaquabilité du platine iridié des anodes, et l'électrolyse donnerait un sous-produit marchand, le peroxyde de plomb.

*Procédé A.-E. Gibbs* (Brevet français 341 223 du 12 mars 1904). — Dans ce procédé, on marche franchement en électrolyte alcalin, et on additionne l'électrolyte d'un chromate neutre. On diaphragme la cuve d'électrolyse en deux compartiments par une cloison poreuse en amiante.

L'électrolyse libère dans ces conditions de l'alcali caustique à la cathode, et à l'anode un mélange de chlorate et de bichromate alçalins.

On alimente le compartiment anodique avec de l'alcali caustique formé à la cathode, qui ramène une partie du bichromate à l'état de chromate neutre, si l'on veut augmenter la proportion de chlorate produit.

Autrement, on alimenterait avec une solution de chromate neutre, et les réactions de l'électrolyse donnent ainsi de la soude caustique à la cathode, et un mélange de chlorate et de bichromate alcalins à l'anode, sels que l'on séparerait à la manière habituelle d'après la solubilité relative à froid et à chaud.

Rappelons pour mémoire que le chromate neutre alcalin nécessaire s'obtiendrait facilement en chauffant de la soude caustique, et industriellement du carbonate de soude de valeur moindre, avec de l'oxyde de chrome $Cr^2O^3$, ou du minerai de fer chromé.

Ce procédé est donc intéressant en ce sens qu'il permettrait d'obtenir par électrolyse trois substances d'une certaine valeur dans l'industrie. Mais il présente un point faible : la nécessité du diaphragme poreux, puisque, sans cette séparation, la soude ne serait pas obtenue à l'état isolé, ni le bichromate qui retournerait alors à l'état de chromate neutre alcalin. Or, comme nous l'avons déjà montré, l'emploi d'un diaphragme poreux siliceux n'est pas industriellement possible en présence d'un alcali caustique et à chaud, sous l'influence du courant : il se forme un silicate alcalin soluble, ce qui entraîne une désagrégation par trop rapide du diaphragme, dont le remplacement devient trop coûteux pour une opération industrielle, en même temps qu'il se produit un envahissement de silice gélatineuse dans la cellule anodique, pouvant aller jusqu'à l'immobilisation de l'électrolyte.

L'emploi d'un tel diaphragme n'est pas prohibitif dans le procédé Threlfall, où il ne passe que 5 °/₀ du courant à travers le diaphragme. Mais on ne peut en dire autant pour le procédé Gibbs, dans lequel la totalité du courant intéresse le diaphragme : il y a là un point délicat à résoudre pratiquement, et dont la solution est nécessaire pour permettre l'application industrielle de ce procédé : créer un diaphragme non siliceux et résistant aux alcalis caustiques.

C'est, en effet, cette question de diaphragmes qui est particulièrement délicate à résoudre. Nous allons voir dans les procédés suivants comment elle a été plus ou moins bien heureusement traitée. Il s'agit moins ici d'une cloison poreuse séparant la cuve en deux grandes cellules qu'en un dépôt sur la cathode d'une substance appropriée formant diaphragme élémentaire, et évitant la réduction cathodique du chlorate déjà formé en l'empêchant de venir au contact immédiat de la cathode.

On se rappelle que déjà dans le procédé Gall et de Montlaur on avait constitué un tel diaphragme élémentaire en faisant se déposer sur la cathode un précipité d'hydrate de chaux.

*Procédé de la Société Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert et C^ie^* (Brevet français n° 326 598 du 22 novembre 1902). — Dans ce procédé, on ajoute aux sels de calcium ou autres métaux alcalino-terreux, qui doivent former le précipité d'hydrate de l'oxyde du métal sur la cathode, de petites quantités de solutions résineuses, obtenues en faisant dissoudre de la colophane dans une solution de carbonate de soude.

Le rôle de la résine s'explique par ce fait que l'alcali caustique libéré à la cathode précipite les sels alcalino-terreux sous la forme d'hydroxydes alcalino-terreux, et qu'en présence du composé résineux très peu soluble il se forme un revêtement très adhérent d'un résinate alcalino-terreux, qui constitue diaphragme élémentaire, et évite l'effet réducteur de la cathode sur le chlorate alcalin déjà formé.

Il résulte des expériences de M. P. Corbin sur ce procédé que le rendement en chlorate alcalin est, en effet, amélioré pendant les premières applications de ce procédé, mais que cette amélioration de rendement ne se maintient pas avec le temps. Nous étudierons ici même ces expériences de M. Corbin. On sait que le procédé Corbin a une consécration pratique, et qu'il est employé à l'usine de *Chedde* (Haute-Savoie), par la Société des Forces Motrices de l'Arve.

*Procédé Corbin aux résinates alcalino-terreux, conjointement à l'emploi d'acide chlorhydrique* (Brevet français n° 339 251 du 31 décembre 1903). — On a étudié précédemment le procédé

•••

Lederlin, également appliqué à l'usine de *Chedde*, et cette étude a nettement mis en évidence l'influence de l'addition d'acide chlorhydrique sur le rendement.

Le procédé Corbin que nous allons examiner consiste à ajouter de l'acide chlorhydrique dilué à l'électrolyte, pour maintenir indéfiniment le rendement en chlorate à sa valeur initiale élevée, lorsque l'on emploie comme diaphragme élémentaire le résinate alcalino-terreux.

Les expériences de M. P. Corbin, ayant pour but la comparaison du procédé de la Société Schuckert et C^ie^ et de son procédé, montrent, en effet, que le rendement ne se maintient pas à sa valeur initiale dans le procédé Schuckert, et se maintient au contraire constant dans le procédé Corbin, la seule différence dans ces deux expériences comparatives consistant dans l'addition d'une petite quantité d'acide chlorhydrique dilué toutes les douze heures, avec le procédé Corbin.

Les expériences de Lederlin ont montré que le rendement pour cent en chlorate alcalin en partant d'une solution de chlorure de sodium sans addition d'aucune sorte tendait vers 51 °/₀ environ. On voit par là combien l'amélioration par le procédé Schuckert est éphémère, puisque le rendement pour cent ne tarde pas à s'abaisser à 53 °/₀.

Le procédé Corbin présente un réel intérêt parce qu'il maintient le rendement à sa valeur initiale, et parce que le rendement en °/₀ atteint un chiffre élevé : 82 °/₀ environ, en chiffres ronds.

Il est probable qu'en forçant les additions d'acide chlorhydrique, et en faisant cette alimentation d'une manière continue, le rendement pour cent serait encore amélioré. Mais l'emploi du diaphragme élémentaire en résinates alcalino-terreux permet justement de réduire la proportion d'acide chlorhydrique à ajouter, en considération de l'inattaquabilité des anodes en platine iridié, de telle sorte que la combinaison de ces deux procédés est particulièrement avantageuse dans la pratique industrielle.

Nous avons dit, précédemment, quelques mots sur le rôle du chrome ou de son oxyde inférieur, comme diaphragme élémentaire, donnant l'explication d'un des effets bienfaisants sur le rendement dus à l'addition d'un chromate alcalin dans l'électrolyte. Les expériences suivantes de la Société Anonyme Deutsche Solvay-Werke Aktien-Gesellschaft éclairent nettement ce rôle du chrome, en l'étendant d'ailleurs à un grand nombre d'autres substances, des métaux plus particulièrement.

*Procédés de la Société Anonyme Deutsche Solvay-Werke Aktien-Gesellschaft* (Brevet français 362 737 du 10 janvier 1906). — Cette Société a trouvé que d'autres métaux ont la même action que le chrome pour atténuer la réduction cathodique. Ce sont : le vanadium, le manganèse, le molybdène et l'urane, qui, comme le chrome, forment un diaphragme élémentaire sur la cathode.

Le vanadium produirait en outre une accélération dans la vitesse de transformation de l'hypochlorite en chlorate. L'addition de ce métal peut se faire sous forme de chlorure, nitrate ou sulfate de vanadium, l'alcali caustique mis en liberté par l'électrolyse transformant dans tous les cas le sel ajouté en vanadate alcalin. Une teneur de $0^{gr},5$ à 1 gramme de chlorure de vanadium par litre serait suffisante.

Les expériences de la Société Solvay montrent les résultats obtenus avec l'addition de quantités déterminées de manganèse, de molybdène et d'uranium, dans l'électrolyse du chlorure de potassium en solution concentrée, l'électrolyte étant agitée et maintenue légèrement acide.

On remarque dans ces expériences, notamment dans l'addition de $0^{gr},25$ par litre de $MoO^3$,

que l'influence de ces corps sur la réduction cathodique ne se manifeste pas immédiatement, mais seulement au bout d'un certain temps. Ce fait s'explique facilement, puisque ces corps n'interviennent que par le diaphragme élémentaire protecteur qui se forme sur la cathode. Or, cette formation nécessite la précipitation électrochimique par le courant, ou par l'alcali caustique, du sel métallique ajouté, et que la diffusion, et l'agitation de l'électrolyte, artificiellement ou par les dégagements gazeux, amènent seules au voisinage de la cathode. Ce n'est donc qu'au bout d'un certain temps que le diaphragme élémentaire se trouve déposé sur la cathode et que son rôle protecteur et bienfaisant peut commencer à se réaliser en atténuant la réduction cathodique du chlorate déjà formé.

L'addition des sels de vanadium, de manganèse, de molybdène et d'uranium permettrait également de pousser très loin l'électrolyse avec un bon rendement, même jusqu'au moment où l'électrolyte est saturé de chlorate alcalin, et où ce sel se précipite par conséquent. A la seule condition de pêcher alors le chlorate en cristaux obtenu pour en empêcher le contact avec les électrodes, on pourrait continuer l'électrolyse jusqu'à transformer 80 % du chlorure de sodium, et n'enrichir à nouveau l'électrolyte en chlorure de sodium, que lorsqu'il serait ainsi appauvri au point de ne plus contenir que 20 % de la quantité initiale de ce sel.

On remarquera aussi, entre autres avantages, que les sels employés ne présentent pas l'inconvénient de danger d'empoisonnement, comme les sels de chrome.

Dans une addition au brevet précédent (Addition 6049 du 9 mars 1906 au brevet français n° 362 737), la même Société montre que le fer et le titane, ajoutés à l'électrolyte sous la forme de composés solubles, ont également la propriété d'atténuer la réduction cathodique.

On remarque d'ailleurs que comme dans le cas précédent, et pour la même raison, l'influence de cette addition sur la réduction ne se produit qu'au bout d'un certain temps nécessaire à la constitution du diaphragme. Lorsque celui-ci est formé, la réduction cathodique est parfaitement évitée, notamment avec le fer.

Dans le cas du titane, si l'on vient à interrompre le courant d'électrolyse, l'effet bienfaisant et protecteur du diaphragme se trouve également interrompu à la reprise de l'électrolyse : il se produit sans doute une oxydation de la couche mince de titane déposée sur la cathode, et une redissolution de ce corps.

Pour bien faire, l'électrolyte doit être agité, et le rendement est d'autant meilleur, comme précédemment, que le milieu électrolytique est maintenu légèrement acide.

Dans une seconde addition au même brevet (Addition 6192 du 20 avril 1906 au brevet français n° 362 737), la Société Deutsche Solvay-Werke Aktien-Gesellschaft a montré que ce rôle de diaphragme élémentaire pouvait également être joué par d'autres corps tels que le plomb, le cuivre, l'antimoine et le selenium, et que l'addition de composés solubles de ces corps permet d'atténuer d'une manière considérable ou même de supprimer complètement les effets de la réduction cathodique, comme l'établissent les résultats d'expériences effectuées à ce sujet. L'électrolyse était faite entre électrodes de platine. Il a été reconnu, comme dans les cas précédents, que l'agitation de l'électrolyte était particulièrement favorable, et que l'existence d'un milieu électrolytique légèrement acide était une cause d'amélioration du rendement.

## Conclusion.

Il résulte de l'examen critique que nous venons de faire des perfectionnements récents apportés à la fabrication électrolytique des chlorates alcalins les faits suivants :

1° Une cause de l'abaissement du rendement en chlorate alcalin est due à la réduction cathodique du chlorate déjà formé ; il faut donc empêcher le contact de la solution de ce sel avec la cathode, où se dégage l'hydrogène *naissant* réducteur.

L'emploi de diaphragmes poreux partageant la cuve d'électrolyse en deux grands compartiments anodiques et cathodiques n'est pas nécessaire, parce que ce diaphragme peut se trouver remplacé par un diaphragme élémentaire constitué par un dépôt métallique ou d'hydroxydes sur la cathode, réduisant la cellule cathodique à sa plus simple expression. Les diaphragmes poreux ordinaires ne sont d'ailleurs pas industriellement applicables dans la circonstance présente, parce qu'ils se désagrègent si rapidement sous l'action de la soude et l'influence du courant, que leur remplacement fréquent devient alors pratiquement trop coûteux, et que les diaphragmes poreux siliceux font envahir l'électrolyte anodique de silice gélatineuse qui ne tarde pas à immobiliser le liquide et à arrêter ainsi l'opération industrielle. Il résulte de là qu'il y a dans l'examen de la question du diaphragme un critérium très important pour juger de la valeur pratique d'un perfectionnement apporté à cette industrie, comme d'ailleurs à celle de la soude caustique obtenue par voie électrochimique.

2° Un grand nombre de substances peuvent servir à constituer ces diaphragmes élémentaires, depuis les hydroxydes alcalino-terreux jusqu'aux métaux, en passant par des métalloïdes tels que le selenium, et des matières organiques telles que les résines.

3° La seconde cause de diminution du rendement en chlorate provient en grande partie de la décomposition stérile de l'eau, ou de l'alcali caustique constamment reformé. On augmente donc le rendement en chlorate alcalin en diminuant l'alcalinité de la solution par un acide approprié. En marchant en électrolyte légèrement acide, le rendement s'élève même au point de dépasser le chiffre de 90 % en chlorate alcalin, mais la considération pratique de l'usure des anodes en platine iridié amène à s'en tenir à un électrolyte plutôt neutre, et l'on peut alors obtenir couramment un rendement de 80 % en chlorate alcalin, par l'application de perfectionnements convenables.

Cette valeur de 80 % pour le rendement en chlorate alcalin, aujourd'hui pratiquement obtenue et industriellement réalisée, résume avec la précision et l'éloquence d'un chiffre l'état actuel de perfectionnement de la fabrication électrochimique des chlorates alcalins.

Georges Rosset.

---

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

***Influence des dents et des encoches sur le fonctionnement des dynamos*** (*fin*)[1]. — **R. Rüdenberg.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 4-11 août 1907.

On a d'autre part d'après la loi de Fourier :

$$\left.\begin{aligned} g(x) &= \Sigma A_\lambda \cos \alpha_\lambda x \\ h(x - vt) &= \Sigma N_\nu \cos \beta_\nu (x - vt). \end{aligned}\right\} \quad (31)$$

[1] *Eclairage Electrique*, t. LII, p. 443 et t. LIII, p. 16.

si on choisit convenablement l'origine $x = 0$. D'autre part, on a

$$\alpha_\lambda = \lambda \frac{\pi}{\tau} \quad \text{et} \quad \beta_\nu = \nu \frac{2\pi}{\delta} \quad (32)$$

où $\lambda$ et $\nu$ prennent respectivement toutes les valeurs des nombres impairs et pairs. La courbe du champ des encoches $h$ est une onde à peu près rectangulaire (fig. 2), la largeur des pointes se modifie dans la direction du fond des enco-

ches, où elle est égale à la largeur même de l'encoche. Si nous admettons comme amplitude $\pm 1$, alors la vraie valeur sera exprimée par la grandeur de $g$.

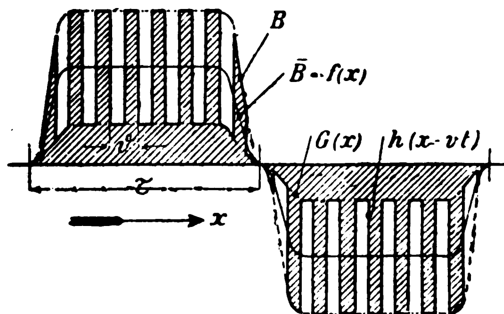



Fig. 2.

Supposons que la largeur de la dent et la largeur de l'encoche soient égales, nous obtenons :

$$h(x-vt) = -\frac{4}{\pi}\left[\cos\beta(x-vt) - \frac{1}{3}\cos 3\beta(x-vt) + \frac{1}{5}\cos 5\beta(x-vt\cdots)\right] \quad (33)$$

et d'autre part,

$$N_\nu = F\frac{4}{\pi}\frac{1}{\nu}.$$

La forme de la courbe d'amplitude $g$, et particulièrement sa grandeur, dépendent de la position du fil dans l'encoche.

Les valeurs de $A_\lambda$ seront les plus grandes pour les parties moyennes des encoches.

On obtient ensuite au moyen des fonctions (31):

$$\int_{x_1}^{x_2} h\frac{\partial g}{\partial x}dx = -\Sigma\alpha_\lambda A_\lambda N_\nu \int_{x_1}^{x_2}\sin\alpha_\lambda x\cos\beta_\nu(x-vt)\,dx$$

et, en transformant, on arrive à la formule :

$$\int_{x_1}^{x_2} h\frac{\partial g}{\partial x}dx = -2\Sigma A_\lambda N_\nu\frac{\alpha_\lambda}{\alpha_\lambda^2-\beta_\nu^2}\left(\alpha_\lambda\sin\alpha_\lambda\frac{s}{2}\cos\beta\nu\frac{s}{2} - \beta_\nu\cos\alpha_\lambda\frac{s}{2}\sin\beta_\nu\frac{s}{2}\right)\sin\alpha_\lambda x_0.$$

On a, d'autre part, d'après l'égalité (32):

$$\beta_\nu\frac{s}{2} = \nu\frac{2\pi}{\delta}\cdot\frac{s}{2} = \nu\pi\frac{s}{\delta}.$$

Si les deux côtés de la spire considérée sont placés symétriquement dans les encoches, comme c'est généralement le cas, la largeur de la spire $s$ est alors un multiple entier du pas des encoches $\delta$ et on a en général :

$$\sin\beta_\nu\frac{s}{2} = 0; \qquad \cos\beta_\nu\frac{s}{2} = 1,$$

et l'intégrale précédente se simplifie et devient

$$-2\Sigma A_\lambda N_\nu\frac{\alpha_\lambda^2}{\alpha_\lambda^2-\beta_\nu^2}\sin\alpha_\lambda\frac{s}{2}\sin\alpha_\lambda x_0.$$

La force électromotrice induite dans une bobine en tenant compte de l'influence de la denture, est alors :

$$E_n = -2lv\Sigma A_\lambda N_\nu\frac{\alpha_\lambda^2}{\alpha_\lambda^2-\beta_\nu^2}\sin\alpha_\lambda\frac{s}{2}\sin\alpha_\lambda x_0, \quad (35)$$

c'est bien là une forme analogue à celle de la tension $E_f$(9), résultant de la courbe du champ seule.

Mais tandis que là, l'amplitude d'une harmonique supérieure de la force électromotrice est directement proportionnelle à l'amplitude correspondante de l'onde du champ, il y a en plus ici une dépendance de l'ordre de l'harmonique et du rapport $\frac{\alpha}{\beta}$ c'est-à-dire de $\frac{\delta}{\tau}$. Il n'est donc plus possible de faire disparaître le terme complémentaire de la force électromotrice par une modification du champ réel. Le facteur qui influence le plus la grandeur de $E_n$ est appelé module de résonance de l'harmonique et est exprimé par

$$R = \frac{\alpha_\lambda^2}{\alpha_\lambda^2-\beta_\nu^2}\sin\alpha_\lambda\frac{s}{2}. \quad (36)$$

On peut déterminer sa valeur pour les différentes harmoniques. Pour les harmoniques inférieures, le sinus est à peu près égal à 1 puisque $s$ est sensiblement égal à $\tau$. Puisque d'autre part, pour de faibles valeurs de $\lambda$, la valeur de $\alpha$ est faible relativement à $\beta$, on peut la supprimer du dénominateur et il vient

$$R = -\frac{\lambda}{\nu}\left(\frac{p}{z}\right)^2$$

et, par conséquent

$$E_{n,\lambda\nu} = 2lv\left(\frac{p}{z}\right)^2 A_\lambda N_\nu\left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^3\sin\alpha_\lambda x_0. \quad (37)$$

* * *

Il sera donc nécessaire d'introduire des corrections dans la formule (9). Supposons, par exemple, une machine à courant alternatif avec encoches ouvertes ou fermées pour laquelle la largeur de l'encoche soit égale à celle de la dent au milieu de celle-ci, on a

$$\Sigma \frac{N_\nu}{\nu^2} = -\frac{\pi^2}{8}$$

d'où, en comparant les formules (9) et (37)

$$\frac{E_{n,\lambda}}{E_{f,\lambda}} = \left(\frac{p}{z}\right)^2 \lambda^2 \Sigma \frac{N_\nu}{\nu^2} \frac{A_\lambda}{F_\lambda}. \qquad (37a)$$

Avec des dents peu saturées, l'encoche présente une induction presque nulle et la courbe réelle diffère peu de la courbe du champ. On a $A_\lambda = F_\lambda$. Dans un bobinage triphasé à 2 trous soit 12 trous par paire de pôles

$$\frac{p}{z} = \frac{1}{12}$$

on a donc, abstraction faite des signes :

$$\frac{E_{n,\lambda}}{E_{f,\lambda}} = \frac{1}{12^2} \times \frac{\pi^2}{8} \times 1 \times \lambda^2 = 0{,}00856\,\lambda^2.$$

L'erreur faite dans la méthode ordinaire de calcul, s'élève pour l'harmonique fondamentale à environ 0,9 %; pour la troisième harmonique à 8 %; pour la cinquième à 22 %, etc.

Si, d'autre part, la condition $\alpha_\lambda = \beta_\nu$ est remplie, le numérateur du module de résonance disparaît en même temps que le dénominateur. La spire embrasse alors $k$ dents et on a :

$$s = k\delta \quad \text{d'où} \quad \beta_\nu = \nu \frac{2\pi}{\delta} = 2\pi\nu \frac{k}{s}; \qquad \frac{s}{2} = \frac{\pi k \nu}{\beta_\nu}$$

On peut écrire :

$$\sin \alpha_\lambda \frac{s}{2} = \sin \nu k \pi \frac{\alpha_\lambda}{\beta_\nu}$$

et cela devient nul pour :

$$\alpha_\lambda = \beta_\nu.$$

En différentiant on obtient :

$$R_1 = \nu\pi \frac{s}{\tau} \frac{z}{p}$$

et de là, abstraction faite du signe,

$$E_{n,\lambda\nu} = 2 l \nu \nu \pi \frac{s}{\tau} \frac{z}{p} A_\lambda N_\nu \sin \alpha_\lambda x_0. \qquad (39)$$

Puisque dans ce cas

$$f_\lambda = \sin \alpha_\lambda \frac{s}{2} = 0$$

on voit que la courbe ordinaire du champ ne peut produire aucune tension de cette fréquence, mais il se produit une f. é. m. très forte que l'on déduit de la courbe du champ des encoches. Il y a une harmonique supérieure de la courbe d'amplitudes qui est en résonance avec la période de la courbe du champ des encoches et cela peut produire une notable augmentation de son amplitude. La condition pour que cette résonance se produise dans une spire donnée est

$$\frac{\alpha_\lambda}{\beta_\nu} = \frac{\lambda}{\nu} \frac{\delta}{2\tau} = \frac{\lambda}{\nu} \cdot \frac{p}{z} = 1 \qquad (40)$$

Le rapport du nombre de dents au nombre de paires de pôles ne peut donc être un nombre impair ou une partie aliquote de ce nombre.

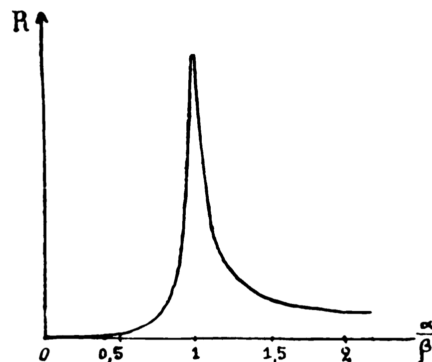


Fig. 8.

On peut encore pousser plus loin ces observations. Dans la figure 8, le module de résonance R est porté en fonction de $\frac{\alpha_\lambda}{\beta_\nu}$ et l'on voit qu'il représente la courbe ordinaire de résonance. On reconnaît que, non seulement pour $\alpha_\lambda = \beta_\nu$ c'est-à-dire lorsque $\frac{z}{p}$ est un nombre impair, il se produit une augmentation des pulsations, mais aussi pour des valeurs voisines.

Lorsque les machines ne sont pas soigneusement calculées, des tensions complémentaires peuvent être engendrées dans les spires et elles y produisent des effets nuisibles, pertes dans le cuivre, etc.

Des tensions semblables se développent éga-

lement à l'intérieur des dents de l'induit, et elles produisent dans le fer des courants de Foucault. Et puisque cette perte d'énergie croît comme le carré de la fréquence ou au moins pour des pulsations rapides, comme la puissance 1,5 de ce nombre, on voit que cette perte peut atteindre une très grande valeur, même si $\frac{z}{p}$ n'est pas impair (1).

L'auteur considère qu'il faut chercher là la cause véritable du ronflement des machines à courant continu, auquel Fischer-Hinnen avait déjà reconnu une origine électromagnétique. Comme il n'est plus possible à une dynamo existante de modifier le rapport du nombre de dents au nombre de pôles, il reste comme seul moyen de diminuer les pertes par résonance, la diminution de l'amplitude dangereuse $A_\lambda$. On y arrive en donnant à la courbe des amplitudes ou à l'onde du champ qui lui est semblable, une forme aplatie.

L'emploi des pôles auxiliaires de commutation, dans la construction des machines à courant continu, donne une liberté plus grande dans le choix de la forme des épanouissements. Puisque la commutation du courant d'induit ne se fait plus par intervention exclusive de l'excitation, on n'a plus à se préoccuper d'obtenir une élévation lente de la courbe du champ dans le voisinage de la zone neutre. On peut adopter des épanouissements qui restent à peu près concentriques à l'induit, mais la courbe du champ tombe alors très rapidement et de même la courbe d'amplitudes, dont les harmoniques supérieures atteignent encore des valeurs appréciables même dans les ordres élevés. Il faut surtout remarquer que la commutation peut être excellente et le rendement mauvais, surtout aux faibles charges, lorsqu'il se produit des pertes d'énergie et des courants intérieurs qui, ainsi que l'ont montré les calculs qui précèdent, peuvent être tout à fait indépendants de la charge de la machine.

R. R.

(1) Cf. : Görges. *E. T. Z.*, 1901, p. 227. — W. Augermann. *E. T. Z.*, 1905, p. 298. — T.-F. Wall. *The Electrician*, 1907, p. 752-797.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Résistance à vide et en court-circuit des câbles à courant alternatif.* — C. Breitfeld.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 15 septembre 1907.

Le Pr Rœssler a déjà montré dans son livre « Fernleitung von Wechselströmen » l'importance pour la solution des problèmes pratiques de transport par courant alternatif, des deux grandeurs : résistances apparentes à vide et en court-circuit d'un câble.

Rœssler a représenté ces deux grandeurs par $W_k$ et $W_o$.

On sait que le quotient de la tension et du courant existant dans un câble, représente la résistance apparente de celui-ci.

Si la tension a la forme :

$$e = A \sin(mt + \alpha)$$

qui peut s'écrire

$$e = Ae^{i\alpha}$$

et le courant

$$i = \beta \sin(mt + \beta)$$

ou encore

$$i = \beta e^{i\beta}$$

on a

$$W = \frac{A}{\beta} e^{i(\alpha-\beta)} = \mathfrak{W} e^{i\varphi}$$

La résistance apparente a donc une forme complexe. La valeur positive de $\varphi$ correspond à une avance de la tension, la valeur négative à une avance du courant. La grandeur $\mathfrak{W}$ est facile à déterminer expérimentalement puisque c'est le quotient des valeurs efficaces de la tension et du courant.

La résistance d'un câble ouvert pour une longueur $x$ est donc

$$W_x^o = \mathfrak{W}_x e^{i\varphi_x^o}$$

et la résistance en court-circuit :

$$W_x^k = \mathfrak{W}_x^k e^{i\varphi_x^k}.$$

Rœssler a montré comment il faut calculer ces valeurs pour une longueur de câble quelconque lorsque les deux valeurs ont été déterminées pour une longueur connue.

Si on connaît les valeurs $W^o$ et $W^k$ pour la longueur $l$ on a :

$$W_x^o = \sqrt{W_l^o W_l^k}\,\frac{q^{\frac{x}{l}}+1}{q^{\frac{x}{l}}-1}$$

$$W_x^k = \sqrt{W_l^o W_l^k}\,\frac{q^{\frac{x}{l}}-1}{q^{\frac{x}{l}}+1}$$

où

$$q = \frac{\sqrt{W_l^o}+\sqrt{W_l^k}}{\sqrt{W_l^o}-\sqrt{W_l^k}}.$$

On voit que le calcul de ces valeurs est assez long.

On calcule d'abord $q$ où $\sqrt{W_l^o}$ et $\sqrt{W_l^k}$ sont de forme complexe. On doit élever $q$ à la puissance $\frac{x}{l}$ puis calculer $q^{\frac{x}{l}}+1$ et $q^{\frac{x}{l}}-1$, les introduire dans les expressions premières. Pour de grandes longueurs il est impossible d'éviter ce calcul, mais pour les longueurs ordinairement employées aujourd'hui dans les distributions, il en est autrement. On va montrer dans ce qui suit que pour des longueurs de 50 kilomètres et plus il existe un rapport simple entre $W_x^o$ et $W_x^k$ d'une part et $W_l^o$ et $W_l^k$ d'autre part, même lorsque $l$ représente une faible longueur, un kilomètre par exemple.

*Détermination de $\mathfrak{W}_x^k$ et $W_x^o$.*

D'après Rœssler l'amplitude de la résistance est donnée par l'expression

$$\mathfrak{W}_x^k = \frac{1}{\sqrt{m^2+n^2}}\sqrt{\frac{e^{2ax}+e^{-2ax}-2\cos 2bx}{e^{2ax}+e^{-2ax}+2\cos 2bx}}$$

où $a$, $b$, $m$ et $n$ sont des constantes qui dépendent de la résistance ohmique, de la self-induction, de l'isolement, de la capacité et du nombre de périodes.

La grandeur $e^{2ax}+e^{-2ax}$ peut être facilement calculée avec assez d'approximation par un développement en série jusqu'à la 4^e^ puissance, lorsque $2ax$ ne dépasse pas l'unité. Cela donne pour $x$ la longueur en kilomètre $\frac{1}{2a}$. Pour les petits câbles, $a$ et $b$ ont les plus grandes valeurs. D'après les tables données par Rœssler on a pour $x = \frac{1}{2a} = \frac{10^3}{11,66}$, environ 86 kilomètres. Alors $2bx = 1,09$ et, en degrés,

$$2bx^0 = \frac{360}{2\pi}\times 1,09 = 62°27'.$$

Le cosinus de cet angle peut encore être exprimé avec plus d'exactitude par un développement en série jusqu'à la 4^e^ puissance.

On peut donc écrire pour le câble jusqu'à une longueur $x = \frac{1}{2a}$

$$\mathfrak{W}_x^k = \frac{x}{\sqrt{m^2+n^2}} \times\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{\frac{1-\frac{1}{3}x^2(b^2-a^2)}{1-x^2(b^2-a^2)+\frac{1}{3}x^4(a^4+b^4)}}.$$

Si le quotient sous le radical reste voisin de l'unité, $\mathfrak{W}_x^k$ est proportionnel à $x$. La fonction de $x$ sous le radical peut s'écrire :

$$f(x) = \frac{1-\frac{1}{3}x^2a^2\left\{\left(\frac{b}{a}\right)^2-1\right\}}{1-x^2a^2\left\{\left(\frac{b}{a}\right)^2-1\right\}+\frac{1}{3}x^4a^4\left\{1+\left(\frac{b}{a}\right)^4\right\}}. \quad (1)$$

On voit que cette fonction pour $x = o$ commence à 1 et croît jusqu'à un maximum pour décroître ensuite. La seule partie qui nous intéresse, est celle qui se trouve entre l'origine et le maximum. Si nous admettons pour $f(x)$ une variation de 1 à 1,02, la valeur de $\sqrt{f(x)}$ que nous utilisons pourra différer au maximum de 1 % de l'unité.

Soit donc :

$$\frac{1-\frac{1}{3}x^2a^2\left\{\left(\frac{b}{a}\right)^2-1\right\}}{1-x^2a^2\left\{\left(\frac{b}{a}\right)^2-1\right\}+\frac{1}{3}x^4a^4\left\{1+\left(\frac{b}{a}\right)^4\right\}} = 1,02.$$

Nous pouvons calculer la longueur critique $l$ du câble pour laquelle l'amplitude $\mathfrak{W}_x^k$ est pratiquement proportionnelle à la longueur. Puisque $x$ s'y trouve à la 4^e^ puissance, on a donc 4 racines, dont deux négatives, qui ne peuvent être considérées et dont l'une des deux positives doit être également écartée parce qu'elle se trouve au delà du maximum. On aura donc

$$l = \frac{1}{a}\sqrt{\frac{1,01\left\{\left(\frac{b}{a}\right)^2-1\right\}-0,98\sqrt{1+\left(\frac{b}{a}\right)^4-2,123\left(\frac{b}{a}\right)^2}}{1+\left(\frac{b}{a}\right)^4}}. \quad (2)$$

On voit que la possibilité de calculer $l$ d'après cette formule dépend du rapport $\frac{b}{a}$. On tire de l'équation

$$\left(\frac{b}{a}\right)^4 - 2{,}123\left(\frac{b}{a}\right)^2 + 1 = 0$$

que pour $\frac{b}{a} < 1{,}19$ la formule n'est plus utilisable. Nous trouverons cependant, en recherchant l'angle de phase, une expression pour la longueur critique, qui sera utilisable pour tous les rapports $\frac{b}{a}$ et qui donne pour toutes les valeurs de $\frac{b}{a} < 1{,}19$ une longueur, se trouvant enfermée dans les limites de proportionnalité de l'amplitude. Jusqu'à cette longueur, qui résulte pour chaque câble des constantes $a$ et $b$, l'amplitude de la résistance de court-circuit reste proportionnelle à la longueur, de sorte que, jusqu'à cette longueur, on peut écrire

$$\mathfrak{W}_x^k = x\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\sqrt{m^2+n^2}} \qquad (2)$$

ou puisque $\sqrt{m^2+n^2} = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\sqrt{w^2+s^2}}$

$$\mathfrak{W}_x^k = x\sqrt{w^2+s^2} \qquad (2a)$$

où $w$ est la résistance ohmique et $s$ la résistance inductive. Jusqu'à cette longueur la capacité ne joue donc aucun rôle.

Un développement semblable peut être établi pour la résistance à vide

$$\mathfrak{W}_x^0 = \frac{1}{\sqrt{m^2+n^2}}\sqrt{\frac{e^{2ax}+e^{-2ax}+2\cos 2bx}{e^{2ax}+e^{-2ax}-2\cos 2bx}}.$$

L'expression sous le radical devient

$$\frac{1}{x}\frac{1}{\sqrt{a^2+b^2}}\sqrt{\frac{1-x^2(b^2-a^2)+\frac{1}{3}x^4(a^4+b^4)}{1-\frac{1}{3}x^2(b^2-a^2)}}.$$

Le quotient sous le radical décroît de l'unité jusqu'à un minimum et croît ensuite. Nous obtenons encore évidemment pour $l$ l'égalité (2) et de $o$ à $l$ nous avons pour $x$

$$\mathfrak{W}_x^0 = \frac{1}{x}\frac{1}{\sqrt{m^2+n^2}\sqrt{a^2+b^2}} = \frac{\sqrt{w^2+s^2}}{a^2+b^2}\frac{1}{x} \qquad (3)$$

et puisque

$$a^2+b^2 = \sqrt{(g^2+k^2)(w^2+s^2)}$$

$$\mathfrak{W}_x^0 = \frac{1}{x}\cdot\frac{1}{\sqrt{g^2+k^2}} \qquad (3a)$$

où $g$ représente la résistance d'isolement et $k = 2\pi nc$ ($c$ étant la capacité et $n$ le nombre de périodes). L'amplitude de la résistance à vide dépend donc, dans les limites de la longueur critique, de la capacité d'isolement et de la capacité du câble.

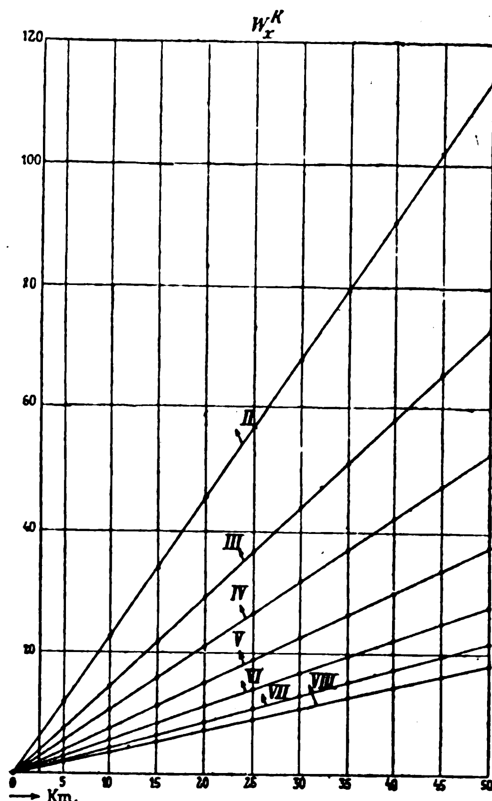



Fig. 1. — Échelle : 100 divisions pour 50 ohms.

Les figures 1 et 2 donnent graphiquement les amplitudes des résistances $\mathfrak{W}_x^0$ et $\mathfrak{W}_x^k$ en fonction de la longueur du câble et jusqu'à $x = 50$ kilomètres pour 8 câbles différents. Les points indiqués spécialement ont été calculés d'après les formules de Rœssler. $\mathfrak{W}_x^k$ et $\mathfrak{W}_x^0$ sont respectivement des droites et des hyperboles.

*Détermination de $\varphi_x^0$ et $\varphi_x^k$.*

On a d'après Rœssler :

$$\varphi_x^0 = \operatorname{arc\,tg} \frac{e^{ax} - e^{-ax}}{e^{ax} + e^{-ax}} \operatorname{tg} bx$$

$$- \operatorname{arc\,tg} \frac{e^{ax} \sin(bx + \beta) + e^{-ax} \sin(bx - \beta)}{e^{ax} \cos(bx + \beta) + e^{-ax} \cos(bx - \beta)}$$

où $\beta = \operatorname{arc\,tg} \frac{x}{m}$; $a$ et $b$ sont les constantes du câble précédentes. On a donc

$$\operatorname{tg} \varphi_x^0 = \frac{1 + \frac{e^{ax} - e^{-ax}}{e^{ax} + e^{-ax}} \operatorname{cotg} bx \operatorname{tg} \beta}{\frac{e^{ax} - e^{-ax}}{e^{ax} + e^{-ax}} \operatorname{cotg} bx - \operatorname{tg} \beta}.$$

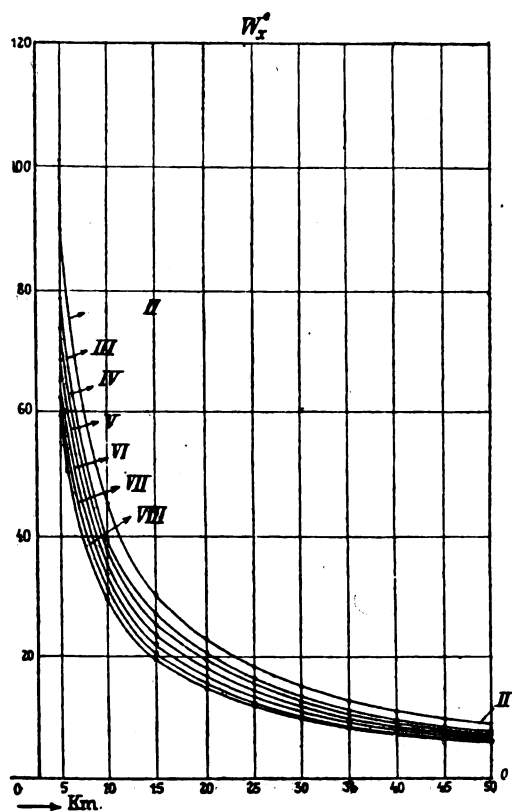


Fig. 2. — Échelle : 100 divisions pour 5 000 ohms.

Si nous introduisons pour simplifier :

$$\frac{e^{ax} - e^{-ax}}{e^{ax} + e^{-ax}} = y$$

on aura

$$\operatorname{tg} \varphi_x^0 = \frac{\frac{y^2 - 1}{2y} \sin 2bx - \operatorname{tg} \beta}{1 - \sin 2bx \operatorname{tg} \beta \, \frac{1 - y^2}{2y}}.$$

D'autre part

$$\frac{y^2 - 1}{2y} = - \frac{2}{e^{2ax} - e^{-2ax}}$$

et
$$\frac{1 - y^2}{2y} = \frac{2}{e^{2ax} - e^{-2ax}}$$

d'où enfin

$$\operatorname{tg} \varphi_x^0 = - \frac{\frac{2 \sin 2bx}{e^{2ax} - e^{-2ax}} + \operatorname{tg} \beta}{1 - \frac{2 \sin 2bx}{e^{2ax} - e^{-2ax}} \operatorname{tg} \beta}.$$

Il résulte de cette expression que $\varphi_x^0$ se compose de deux parties. Une partie constante

$$\beta = \operatorname{arc\,tg} \frac{n}{m}$$

et une partie variable

$$\xi = \operatorname{arc\,tg} \frac{2 \sin 2bx}{e^{2ax} - e^{-2ax}}$$

donc

$$\varphi_x^0 = \xi + \beta.$$

Le quotient

$$\frac{2 \sin 2bx}{e^{2ax} - e^{-2ax}}$$

peut être représenté avec une exactitude suffisante par un développement en série jusqu'à la 3ᵉ puissance.

$$\operatorname{tg} \xi = \frac{2\left(2bx - \frac{(2bx)^3}{3!}\right)}{4ax + 2\frac{(2ax)^3}{3!}} = \frac{b}{a} \, \frac{1 - \frac{2}{3} b^2 x^2}{1 + \frac{2}{3} a^2 x^2}.$$

Pour

$$x = 0$$

on a
$$\xi = \operatorname{arc\,tg} \frac{b}{a}.$$

Posons d'autre part $\frac{b}{a} = c$ et $ax = z$, d'où $bx = cz$, on aura ainsi

$$\operatorname{tg} \xi = \frac{c - \frac{2}{3} c^3 z^2}{1 + \frac{2}{3} z^2}.$$

L'arc $\xi$ peut être représenté comme différence d'une constante et d'une variable.

On aura donc

$$\xi = \text{arc tg}\, c - \text{arc tg} \frac{\frac{2}{3} c z^2}{1 - \frac{2}{3} z^2 (c^2 - 1)}$$

et, de là, on tire :

$$-\varphi_x^\circ = \beta + \text{arc tg} \frac{b}{a}$$

$$- \text{arc tg} \frac{\frac{2}{3} \frac{b}{a} a^2 x^2}{1 - \frac{2}{3} a^2 x^2 \left( \left( \frac{b}{a} \right)^2 - 1 \right)}$$

Si l'on remarque que, jusqu'à une valeur 0,1, la tangente d'un angle ne diffère pas de l'arc de plus de 1/10 %, l'expression de l'arc du 3e terme sera $< 0{,}1$ et, l'on tirera de cette inégalité la valeur de limite de $x$ pour laquelle l'arc peut être remplacé par la tangente. On a ainsi

$$x = \frac{1}{a} \sqrt{\frac{0{,}3}{2 \frac{b}{a} + 0{,}2 \left\{ \left( \frac{b}{a} \right)^2 - 1 \right\}}} \qquad (8)$$

comme valeur limite de la longueur pour laquelle

$$-\varphi_x^\circ = \beta + \text{arc tg} \frac{b}{a} - 38{,}2 \frac{ab x^2}{1 - \frac{2}{3} a^2 x^2 \left\{ \left( \frac{b}{a} \right)^2 - 1 \right\}}.$$

*(A suivre.)* R. R.

---

## OSCILLATIONS HERTZIENNES & RADIOTÉLÉGRAPHIE

***Accroissement de la force électromotrice d'induction par l'emploi de plusieurs interrupteurs de Wehnelt.*** — **A. Henry.** — (Communication faite au Congrès de Reims de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, août 1907).

L'auteur a constaté qu'une bobine d'induction donne une étincelle plus longue et une fréquence plus grande lorsqu'on remplace l'interrupteur unique par une série d'interrupteurs de Wehnelt.

Tandis qu'un seul interrupteur donne 4 centimètres d'étincelle, deux en série donnent jusqu'à 14 centimètres d'étincelle. La fréquence déterminée au miroir tournant, par comparaison avec un diapason entretenu électriquement et actionnant une capsule de Kœnig, est 300 avec un seul et 600 avec les deux. Quand les deux interrupteurs sont identiques, on reconnaît au miroir tournant que les fils de platine rougissent alternativement S'il n'y a pas identité, il n'y a plus de relation simple entre les intervalles correspondant à l'incandescence des fils de platine.

Il est à remarquer que l'emploi d'interrupteurs en série permet d'accroître le rendement de la bobine. La différence de potentiel aux bornes du primaire restant égale à 90 volts dans tous les cas, l'intensité est de 8,5 ampères, la longueur d'étincelle 4 centimètres et la fréquence 300 par seconde avec un seul interrupteur ; avec deux en série, l'intensité n'est plus que de 5 ampères, la longueur d'étincelle 14 centimètres et la fréquence 600 par seconde.

Lorsque les interrupteurs sont montés en parallèle, on constate au miroir tournant qu'ils fonctionnent au même instant ; cette disposition est moins avantageuse que la première.

---

## LAMPES ÉLECTRIQUES ET PHOTOMÉTRIE

***Étude oscillographique sur l'arc à courant alternatif.*** — **J.-J. Morris.** — *The Electrician*, 16 août 1907.

L'auteur a fait un certain nombre d'observations sur les arcs à courant continu et à courant alternatif, en se proposant d'étudier l'effet d'une modification du milieu dans lequel l'arc brûle et l'effet d'un champ magnétique transversal. Dans aucun cas, les fréquences étudiées n'ont dépassé la fréquence 1 000.

Les travaux de Ayrton, Blondel, Simon et Duddell sur les arcs à courant alternatif et à courant continu sont suffisamment connus pour qu'il soit inutile d'insister plus longtemps sur les résultats obtenus par ces savants.

Etant donné le grand intérêt que présente la production d'ondes électriques au moyen d'oscillations engendrées dans des arcs à courant continu, les expériences de l'auteur présentent une certaine utilité, car elles ont eu pour but l'étude des facteurs séparés qui contribuent au succès de la méthode employée par Poulsen.

*Effet d'une modification du milieu. — Gaz d'éclairage et air. — Arcs alternatifs.* — Le fait qu'un arc s'éteint plus facilement quand il brûle dans du gaz d'éclairage que quand il brûle dans l'air a été utilisé récemment de plusieurs façons. Poulsen en a notamment tiré parti. Il y a encore d'autres applications, telles que l'emploi d'un arc dans différents interrupteurs pour bobines d'induction, et l'auteur a trouvé que, même l'interrupteur à jet de mercure, fonctionnant généralement dans l'huile de paraffine et dans l'alcool, donne de meilleurs résultats quand on remplace l'huile de paraffine ou l'alcool par une atmosphère de gaz d'éclairage.

Dans toutes les expériences dont il est question dans cette étude, l'arc jaillissait entre des électrodes horizontales et la longueur de l'arc était de 1 millimètre, sauf dans des cas spéciaux : cette longueur était réglée à un dixième près. Le courant alternatif avait une fréquence de 60 périodes. Les électrodes de charbon avaient 12 millimètres de diamètre et étaient homogènes.

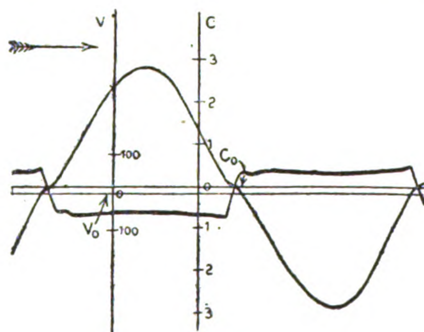



Fig. 1.

La figure 1 représente le fonctionnement d'un arc alternatif à 440 volts dans l'air. La figure 2 est tracée avec l'onde de tension du côté véritable du zéro par rapport au courant, mais, dans tous les autres cas, l'onde de courant a été inversée exprès dans les oscillogrammes pour éviter toute confusion entre les courbes de volts et d'ampères. La figure 2 représente un arc à 110 volts.

Dans la figure 3, on voit les oscillogrammes correspondants pour un arc fonctionnant dans les mêmes conditions, mais placé dans du gaz d'éclairage (En réalité, l'arc était placé dans un champ magnétique ; la légère modification produite par l'action de ce dernier est indiquée dans la suite). Le fait remarquable est la dissymétrie de l'onde de tension produite quand on emploie du gaz d'éclairage ; la tension s'élevait à 370 volts avant que la résistance de l'arc soit

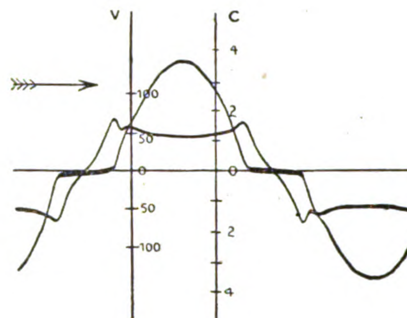



Fig. 2.

rompue. D'après ces oscillogrammes, on a tracé les « caractéristiques dynamiques » de l'arc que représente la figure 4[1].

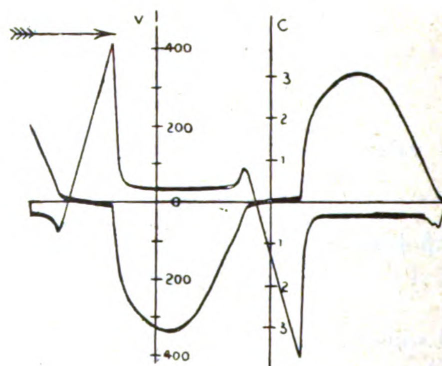



Fig. 3.

Les caractéristiques dynamiques ont été employées premièrement par le Pr Blondel en 1891, et ont beaucoup servi récemment au Dr Simon. On peut voir que la différence principale réside dans le fonctionnement de l'arc pendant que le courant *croît* de zéro à sa valeur maxima. On peut exprimer ce résultat d'une autre façon en disant que la résistance approximative quand l'arc jaillit dans l'air est de 600 ohms environ, tandis qu'elle est de 6 000 ohms dans le gaz d'éclairage. Ces diagrammes ont été nommés cycles d'hystérésis par le Dr Simon et en général — toutes autres conditions restant les mêmes — plus est

(1) La partie supérieure des clichés 4 et 6 se rapporte au gaz d'éclairage et la partie inférieure à l'air. La figure 5 est relative à l'arc dans l'air avec champ magnétique.

grande la surface embrassée, mieux l'arc se prête à la production d'oscillations.

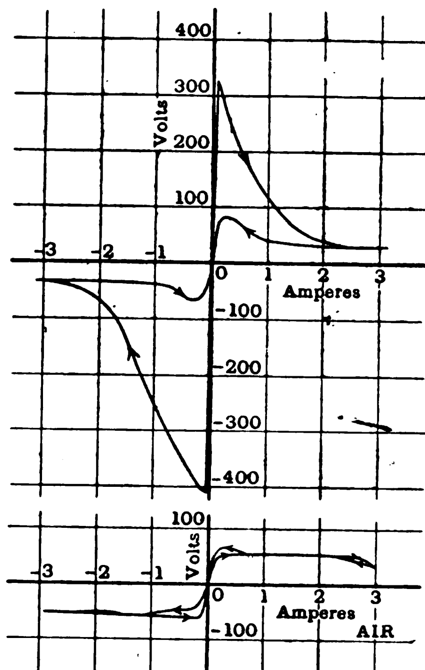



Fig. 4.

*Effet d'un champ magnétique transversal.* — Les expériences précédentes ont été répétées sans modifications avec un arc placé dans un champ magnétique transversal de 3 300 c. g. s. environ. Le champ magnétique produit dans l'air une double flamme vert-jaune, accompagnée du bruit caractéristique. Dans le gaz d'éclairage, ces deux flammes sont absentes. Ces expériences

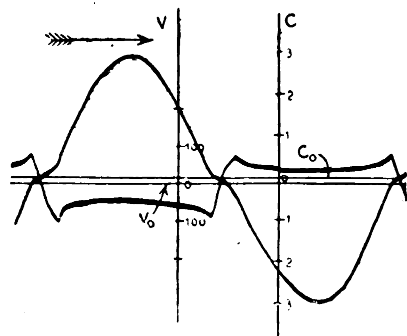



Fig. 5.

ont été faites dans un récipient à parois de mica que traversait lentement un courant de gaz. Les oscillogrammes sont représentés par les figures 3 et 5, et la caractéristique dynamique par la figure 6. On voit que l'effet du champ magnétique est faible. En comparant les figures 4 et 6,

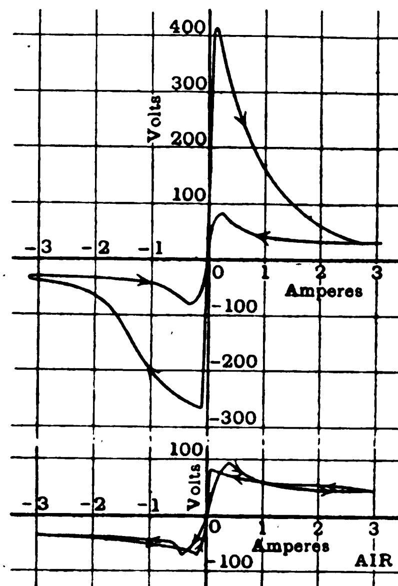



Fig. 6.

on voit que la caractéristique dans l'air avec champ magnétique est plus escarpée que sans champ magnétique. On voit, en outre, que la tension maxima moyenne quand le courant s'arrête est plus grande dans un champ magnétique qu'autrement ; les chiffres sont les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Gaz d'éclairage. | Pas de champ. . . . | 74 volts. |
| Gaz d'éclairage. | Avec champ intense.. . | 83 — |
| Air. . . . . | Pas de champ. . . . | 61 — |
| Air. . . . . | Avec champ intense.. . | 77 — |

*Arcs à courant redressé.* — Des expériences analogues ont été faites avec des charbons homogènes dans l'air et avec une électrode positive en cuivre et une électrode négative en charbon dans l'air et dans le gaz d'éclairage. Les

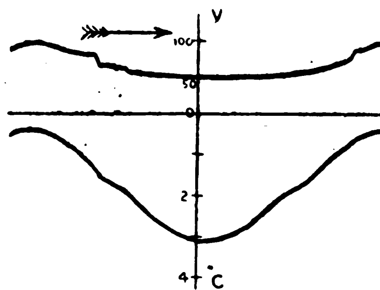



Fig. 7.

oscillogrammes relatifs à l'arc cuivre-charbon sont indiqués par les figures 7, 8 et 9 : la figure 10 indique les caractéristiques dynamiques.

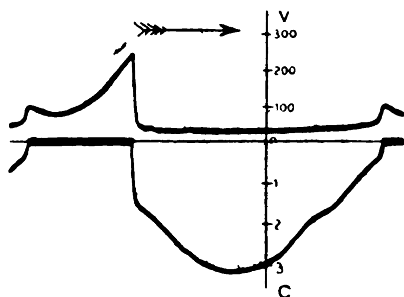



Fig. 8.

L'introduction du champ magnétique a pour effet d'augmenter la divergence entre les caractéristiques relatives aux courants croissants et aux courants décroissants. Ce résultat, toutefois, n'étant basé que sur une simple expérience, il ne faut pas y attacher trop d'importance.

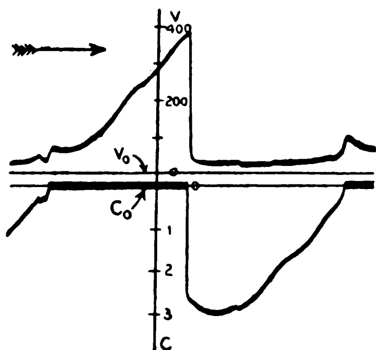



Fig. 9.

*Arc dans l'acétate d'amyle.* — Dans quelques expériences faites sur les ondes hertziennes, l'auteur a employé un oscillateur de Langwitz, dans lequel une électrode d'aluminium est placée dans l'huile de paraffine, et il a trouvé que, en remplaçant l'huile de paraffine par de l'acétate d'amyle, on obtient de bien meilleurs résultats. Il lui a semblé intéressant d'effectuer une série d'expériences sur des arcs placés dans l'acétate d'amyle et jaillissant entre électrodes d'aluminium. Les figures 11 et 12 montrent les oscillogrammes relevés sur des arcs à 400 volts ; la figure 11 est relative à un arc de $0^{mm},02$ de longueur et la figure 12 à un arc de $0^{mm},05$ de longueur. Les caractéristiques dynamiques sont représentées par la figure 13 (1).

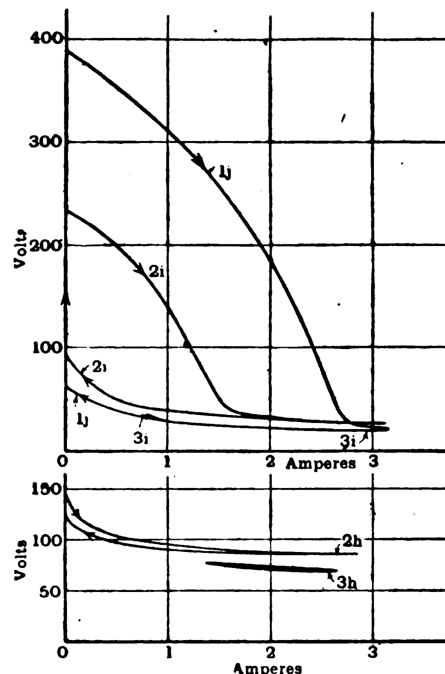



Fig. 10. — La partie supérieure du cliché est relative à une anode en cuivre et une cathode en charbon, les courbes $2i$ et $3i$ se rapportent au fonctionnement sans champ magnétique, et la cource $1j$ à celui avec champ magnétique de 1 000 C. G. S. La partie inférieure se rapporte à l'arc charbon-charbon. Courant continu à 240 v. combiné avec un courant alternatif à 120 v.

*Arcs de Duddell.* — Des expériences comparatives dans l'air et le gaz d'éclairage ont été

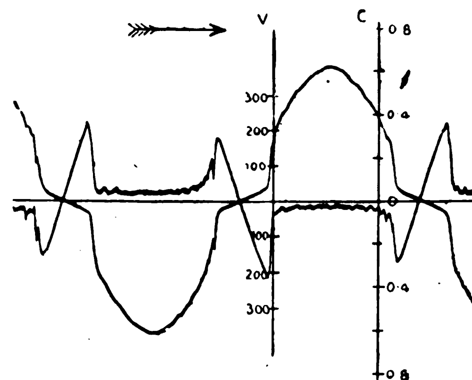



Fig. 11.

faites avec le montage de Duddell (arc à courant

(1) La courbe $4j$ est relative à un courant continu de 240 volt combiné avec un courant alternatif de 110 volts.

continu shunté par un circuit contenant une ca-

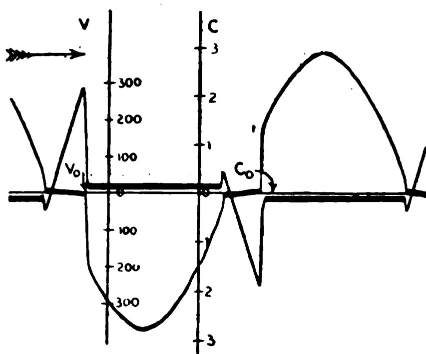



Fig. 12.

pacité et une inductance); l'électrode positive

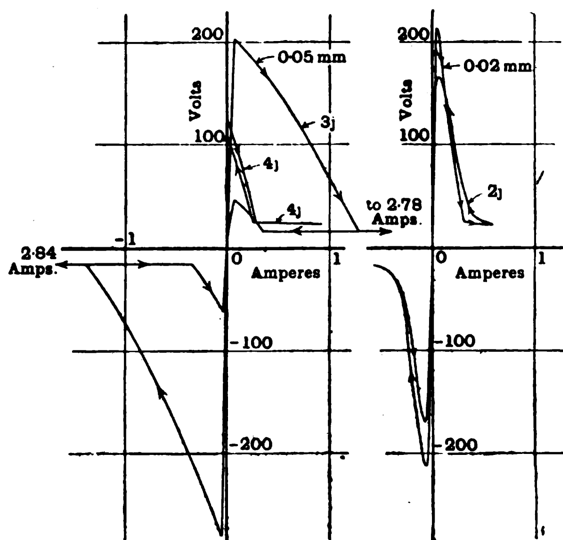



Fig. 13.

était en cuivre et l'électrode négative en char-

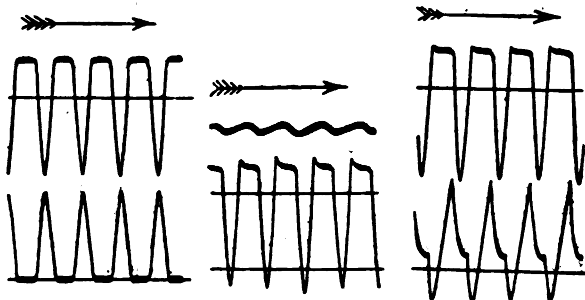


Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.

bon. Les figures 14, 15, 16, indiquent les oscillogrammes obtenus avec le gaz d'éclairage. Les résultats comparatifs sont indiqués par les figures 17 et 18, au-dessous desquelles sont indiquées aussi les courbes des watts. A se rapporte

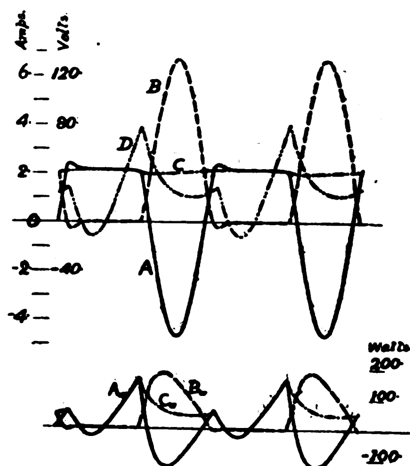



Fig. 17.

au courant oscillant, B à celui de l'arc et C au courant principal : D est la tension de l'arc.

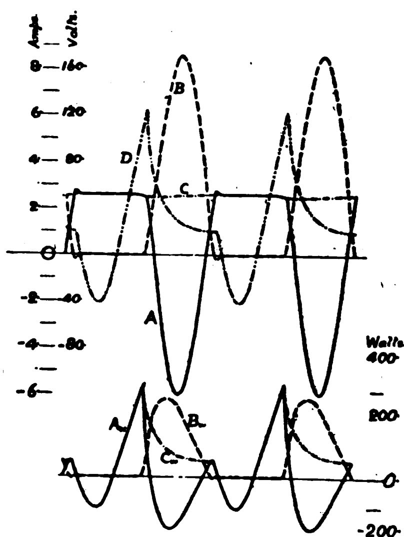
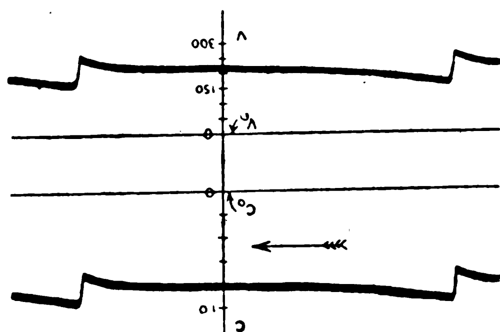



Fig. 18.

L'effet dû à l'introduction de gaz d'éclairage se retrouve encore : la tension atteint une valeur plus élevée avant que le courant passe.

*Production de pulsations régulières dans les arcs à courant continu au moyen d'un champ magnétique.* — L'auteur, pensant qu'il se produit un courant oscillant quand un arc à courant continu est soufflé brusquement par un champ magnétique, a employé le dispositif suivant :

Les électrodes étaient placées de façon que la projection de chacune d'elles dans un plan ver-


Fig. 19.

tical formât un angle de 40° avec l'horizontale. Quand un arc jaillissait entre ces charbons sous

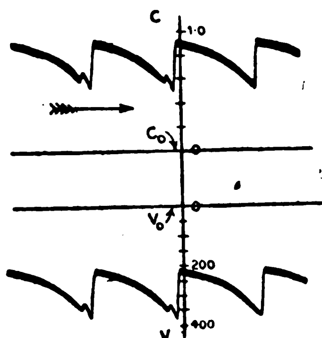


Fig. 20.

une tension continue de 480 volts, le circuit ne contenant une résistance non inductive, le cou-

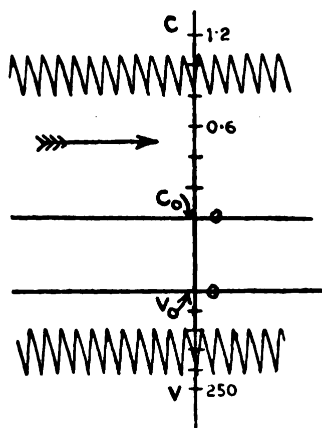


Fig. 21.

rant dans l'arc était pulsatoire et avait une fréquence d'autant plus élevée que le champ magnétique était plus intense. Les oscillogrammes relevés sont indiqués par les figures 19, 20, 21 et 22 pour des intensités de champ d'environ B = 80, 120, 300 et 800 ; les fréquences produites étant de 57, 210, 1 800 et 4 300. On voit

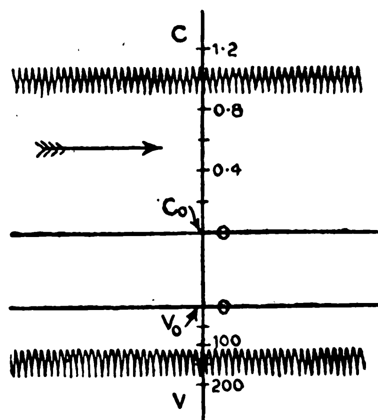


Fig. 22.

que la fréquence augmente rapidement avec l'intensité de champ. En examinant l'arc, l'auteur a constaté que, sur l'électrode positive, l'arc formait un certain nombre de points incandescents dans un plan vertical, tandis que l'électrode négative présentait une raie lumineuse beaucoup plus courte mais continue. Cet effet s'inversait quand on inversait le courant.

Il semble que la production de ces oscillations peut être expliquée simplement si l'on considère en même temps la tendance de l'arc à se raccourcir et le fait qu'un arc courbé dans un champ magnétique exige une tension plus grande qu'un arc droit, pour une même intensité de courant.

Il est possible que, dans certains interrupteurs à soufflage magnétique, cette action oscillatoire puisse être dangereuse si l'intensité du champ magnétique n'est pas convenablement prévue.

R. R.

## DIVERS

***Comparaison entre l'exploitation d'une usine à vapeur avec machine à piston et d'une usine avec turbines à vapeur.* — P. Hancak.** — *Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen*, 20 sept. 1907.

Les deux usines comparées sont situées au bord d'un cours d'eau et elles utilisent le même charbon. On a cherché à exploiter de façon à réduire les dépenses par kilowatt-heure au minimum.

Les deux usines disposent des machines suivantes :

| | NOMBRE D'UNITÉS | PUISSANCE KW. | PUISSANCE TOTALE KW. | GENRE DE COURANT |
|---|---|---|---|---|
| Machines à piston. . . | 2 | 5 000 | 10 000 | triphasé. 60 pér. |
| Turbines. . . . . . | 6 | 1 600 | 9 000 | » |

Le tableau suivant indique les conditions spéciales d'exploitation, destinées à fournir les éléments de comparaison :

| | USINE AYANT | |
|---|---|---|
| | MACHINES à piston. | TURBINES |
| Puissance totale en K. W. H. . . | 37 912 000 | 33 840 000 |
| Facteur de charge en %. . . . | 0,588 | 0,645 |
| Consommation de charbon en t. . | 44 813 | 44 364 |
| Kgr. de charbon par K. W. H. . | 1,071 | 1,188 |
| Unités de chaleur par kgr. de charbon sec. . . . . . . . . | 8 234 | 8 168 |
| Pression de vapeur. . . . . . | 11,25 | 12,30 |
| Température de l'eau. . . . . | 84° | 65° |
| Vide du condenseur en cm. . . . | 66,04 | 72,39 |
| Surchauffe. . . . . . . . . | » | 66° |

L'usine où sont installées les turbines a une alimentation mécanique des foyers des chaudières tandis que le même service est fait à la main dans l'autre usine ; les dépenses pour ce service ont été les suivantes :

| CHAUDIÈRES | USINE AVEC MACHINES à piston. | USINE AVEC TURBINES |
|---|---|---|
| Chef du service. . . . . . . . | 1 | 1 |
| Pour alimentation de l'eau. . . . | 3 | 3 |
| Chauffeurs.. . . . . . . . . | 15 | 4 |
| Pour alimentation en combustibles. | 3 | 3 |
| Manœuvres . . . . . . . . . | 1 | » |
| Nombre de personnes employées. . | 23 | 11 |

Par contre, les dépenses pour le personnel affecté au service des machines se répartissait proportionnellement comme suit :

| | USINE AYANT | | |
|---|---|---|---|
| | MACHINES à piston. | TURBINES | ÉCONOMIE (turb.) en %. |
| Chef de service. . . . . | 1 | 1,5 | 50 |
| Assistant. . . . . . . . | 1 | 0,5 | 50 |
| Surveillants. . . . . . | 3 | 1,5 | 50 |
| Service condenseur. . . . | 1 | » | 100 |
| — graissage. . . . . | 13 | 7 | 46 |
| — entretien. . . . . | 4 | 1 | 75 |
| — réparation. . . . | 1 | 0,5 | 50 |

Dans les deux usines, 9 personnes étaient employées au service de surveillance des machines électriques.

On peut voir, d'après le tableau suivant, que, malgré la grande consommation de combustible, les dépenses totales annuelles de l'usine à turbines accuse une économie de 13,6 % par rapport à celles de l'usine ayant des machines à piston.

| | USINE AYANT | | TURBINES |
|---|---|---|---|
| | MACHINES à piston en % des dépenses totales. | TURBINES en % des dépenses totales. | — ÉCONOMIE + DÉPENSES supér. en %. |
| Combustibles. . . . | 60,3 | 65,5 | + 8,6 |
| Eau. . . . . . . | 5,1 | 1,3 | — 74,5 |
| Huile, etc. . . . . | 1,4 | 0,7 | — 50,0 |
| Service général. . . | 24,2 | 13,4 | — 44,6 |
| — chaudières. . . | 8,5 | 4,9 | — 42,4 |
| — machines. . . | 9,0 | 5,2 | — 42,2 |
| — dynamos. . . | 6,7 | 3,3 | — 50,7 |
| Dépenses accessoires. . | 1,8 | 1,1 | — 38,9 |
| Dépenses totales d'exploitation. . . . | 92,8 | 82,0 | — 11,6 |
| *Réparations.* | | | |
| Constructions. . . . | 0,7 | 0,3 | — 57,2 |
| Appareils mécaniques. . | 2,1 | 1,1 | — 47,6 |
| Grilles. . . . . . | 1,4 | 2,1 | + 50,0 |
| Chaudières. . . . . | 0,7 | 0,2 | — 71,4 |
| Machines. . . . . | 0,9 | 0,2 | — 77,8 |
| Dynamos. . . . . | 1,1 | 0,2 | — 81,8 |
| Appareils électriques. . | 0,3 | 0,3 | 0 |
| Totaux. . . . . | 7,2 | 4,4 | — 38,9 |
| Facteur charge. . . . | 100 | 109 | + 9,0 |
| Consom. de charbon par K. W. H. . . | 100 | 111 | + 11,0 |
| Frais généraux par K. W. H. . . . . | 100 | 86,4 | — 13,6 |

# BREVETS

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Moteur monophasé à collecteur.*** — **Lamme.** — Brevet anglais n° 5 507 (1907).

Ce brevet consiste à employer avec le moteur série monophasé ordinaire une bobine de self montée en parallèle avec l'enroulement d'excitation et ayant un noyau choisi de manière à être plus saturé que le circuit magnétique du moteur. Lorsque le courant total passant dans l'induit augmente, la fraction de ce courant qui passe dans l'enroulement excitateur n'augmente pas ainsi dans les mêmes proportions et le moteur a une caractéristique analogue à celle des moteurs compounds à courant continu.

***Dispositif pour le couplage des turbo-dynamos à courant continu.*** — **E.-J. Berg.** — Brevet américain n° 863 774, publié le 20 août 1907.

Lorsqu'une turbo-dynamo compound marche en parallèle avec d'autres dynamos commandées par des machines à vapeur ordinaires, l'induit et l'enroulement série de cette génératrice possèdent une moins grande self-induction que ceux des autres machines, par suite de sa plus grande vitesse. Il en résulte que, lorsqu'il se produit une forte surcharge, ou un court-circuit, la turbo-dynamo prend la plus grande partie de la charge et peut être avarié avant le fonctionnement du disjoncteur. Pour remédier à cet inconvénient, l'inventeur propose de munir les turbo-dynamos, en outre des enroulements ordinaires, d'un enroulement inducteur série antagoniste shunté par une bobine de self ayant une résistance ohmique très faible. En marche normale, cet enroulement n'est ainsi parcouru que par un courant insignifiant, mais lorsque la charge augmente brusquement, la bobine de self force la plus grande partie du courant à passer dans l'enroulement auxiliaire, et celui-ci, diminuant momentanément le flux inducteur de la dynamo, empêche une surcharge trop forte et donne aux disjoncteurs le temps d'agir s'il y a lieu.

***Marche en parallèle des dynamos.*** — **Parsons.** — U. S. P. n° 843 489.

Pour la marche en parallèle de dynamos compound avec bobinage de compensation, une connexion est établie entre un certain nombre de points des bobinages de compensation des diverses machines.

***Réglage d'un réseau par moteurs avec masses d'inertie.*** — **L'Éclairage Électrique.** — Brevet français n° 371 889.

En dérivation, sur le réseau est disposée une machine munie de masse d'inertie. L'excitation de la machine est en série avec une résistance de réglage et branchée également sur le réseau.

Par cette résistance, l'excitation peut être modifiée de telle sorte que, pour une augmentation de charge, elle soit renforcée et la machine est alors entraînée par la masse d'inertie et fonctionne comme dynamo sur le réseau. A faibles charges, l'excitation est diminuée et la machine marche comme moteur et entraîne la masse.

Le réglage du rhéostat peut être effectué par l'induit d'un petit moteur auxiliaire en série avec une petite résistance et alimenté par le réseau. Le moteur a deux excitations opposées dont l'une reçoit le courant du réseau et dont l'autre est alimentée par la tension du réseau ; ces deux excitations se font équilibre quand le réseau a sa charge normale.

Lorsque la charge se modifie, l'excitation agit dans l'un ou l'autre sens.

***Dynamo pour lampes à arcs.*** — **Siemens B<sup></sup>s.** — Brevet anglais n° 21 094 (1906).

Au lieu de la dynamo connue avec caractéristique tombante, on emploie un moteur-générateur ayant sur le même arbre 2 induits en série avec le réseau. Le bobinage d'excitation du générateur est en dérivation sur le réseau, tandis que l'excitation du moteur est en série dans le circuit de la lampe à arc alimentée par la dynamo. Quand aucune lampe ne brûle, la dynamo marche comme moteur et entraîne l'autre moteur qui n'est pas excité.

Si les lampes sont allumées, le second moteur est excité et entraîne le premier qui marche alors comme dynamo ; celle-ci fournit alors le courant aux lampes. Lorsque la longueur des arcs varie, par exemple si elle augmente et si l'intensité du courant diminue, l'excitation du moteur est di-

minuée également et le moteur tourne plus vite. La dynamo donne alors une tension plus forte.

***Système de contrôle des moteurs à courant alternatif monophasé ou polyphasé alimentés à tension variable par les enroulements d'un transformateur à plusieurs prises.*** — **Société Alsacienne de Constructions Mécaniques.** — Brevet français n° 377 499, publié le 7 septembre 1907.

Lorsqu'on se sert, pour régler la tension, d'un transformateur avec secondaire à prises variables, il est nécessaire en général de pouvoir passer d'une prise à l'autre sans interrompre le courant. Pour empêcher les courants de court-circuit qui se produiraient lorsque le frotteur du commutateur de manœuvre serait en contact avec deux plots, l'on peut utiliser le dispositif suivant : entre deux prises consécutives du transformateur, l'on intercale une nouvelle prise reliée également dans l'ordre à un plot du commutateur de réglage, mais par l'intermédiaire d'un conducteur présentant une certaine impédance. Le frotteur du commutateur de réglage est assez large pour pouvoir toucher au moins un plot dans n'importe quelle position ; de cette manière lorsqu'il est en contact avec deux plots, au moment ou l'on veut modifier la tension secondaire, l'un de ces plots se trouve toujours correspondre à l'un des conducteurs aboutissant aux nouvelles prises et munis d'une impédance. Celle-ci atténue le courant de court-circuit qui tendrait à se produire lorsque le frotteur est à cheval entre deux plots consécutifs. Normalement l'on arrêtera le frotteur sur les plots reliés aux prises sans interposition d'impédances, cependant, dans le cas ou l'on préfèrerait obtenir une grande progressivité dans le réglage en s'imposant un sacrifice sur le rendement ou sur le facteur de puissance, les plots intermédiaires pourraient également être utilisés comme plots de marche.

***Dynamo-frein.*** — **L. Renault.** — Brevet français n° 377 968, publié le 20 septembre 1907.

Dans les dynamo-freins usuelles, pour équilibrer le couple développé par la réaction de l'induit sur l'inducteur, ce dernier, qui peut osciller, est pourvu d'une barre horizontale munie d'un plateau de balance dans lequel l'on peut placer des poids connus et évaluer ainsi le couple développé. Un tel dispositif a l'inconvénient de ne pas donner une indication directe du couple, et d'antre part si l'on fait varier la vitesse du moteur à l'essai, l'on suit difficilement les variations de ce couple. Le dispositif proposé dans le présent brevet revient, en somme, à employer pour la mesure du couple une balance à lecture directe, analogue par exemple à celles utilisées dans les gares. A l'un des paliers de l'inducteur se trouve fixée une came en forme de spirale sur laquelle s'enroule une lame flexible ; à celle-ci est suspendue une masse de poids déterminé et constant pour un appareil donné. La spirale a été profilée de manière à ce que le couple résistant dû à la masse suspendue augmente progressivement au fur et à mesure que la bande s'enroule sur la spirale par suite du déplacement angulaire de l'inducteur provoqué par la réaction de l'induit sur cet inducteur. Une aiguille fixée à la came peut donner par une lecture directe la valeur du couple ainsi exercé. D'ailleurs, pour permettre la marche dans les deux sens, la came est double et sa section rappelle ainsi celle de l'excentrique à cœur. Enfin cette came peut être reliée à l'inducteur non plus directement mais par l'intermédiaire d'engrenages ou autres modes de transmission.

***Perfectionnements à la commande électrique des laminoirs.*** — **Ateliers Thomson-Houston.** — Brevet français n° 377 952, publié le 20 septembre 1907.

Ces perfectionnements s'appliquent aux laminoirs commandés par moteurs à courants continus alimentés par une génératrice spéciale. Celle-ci, à excitation indépendante, est munie en outre d'un enroulement série démagnétisant pour atténuer les à-coups dus aux démarrages, etc. Le moteur, également à excitation séparée, est dans le même but pourvu d'un enroulement série magnétisant. Dans certains cas, ces excitations auxiliaires de la génératrice et du moteur peuvent être assurées par une excitatrice spéciale dont l'inducteur est parcouru par un courant proportionnel (ou égal) au courant principal traversant les deux machines.

## LAMPES ÉLECTRIQUES

***Procédé pour la fabrication des filaments.*** — **British Thomson-Houston.** — Brevet anglais, n° 18 488 (1906).

L'on prépare un mélange de tungstène pulvérisé ou d'autre métal avec une pâte colloïdale d'argent. La pâte ainsi obtenue est réduite en filaments au moyen d'une filière, suivant les procédés ordinaires, et ces filaments sont chauffés pour vaporiser le métal le moins réfractaire. Au lieu d'argent on peut employer tout autre métal moins réfractaire que le tungstène.

***Procédé pour la fabrication des filaments.*** — **British Thomson-Houston.** — Brevet anglais, n° 18 748 (1906).

Pour obtenir des filaments tubulaires, on lamine des fils de tungstène, et on fait passer les bandes ainsi obtenues dans une filière en acier ou en diamant, de manière à leur donner une forme tubulaire. Les arêtes des bandes peuvent d'ailleurs se recouvrir ou non.

***Procédé pour augmenter la résistance des filaments métalliques.*** — **British Thomson-Houston.** — Brevet anglais n° 21 511 (1906).

Pour augmenter la résistance électrique des filaments en tantale pur, on les chauffe pendant un instant dans une atmosphère d'azote, à une pression de 15 millimètres. Il se produit une action chimique entre le tantale et l'azote, probablement avec formation d'un nitrate de tantale. La résistance à froid passe par ce traitement à 65 à 240 ohms, et le filament peut être utilisé pour une lampe comme un filament ordinaire.

***Corps incandescents pour l'éclairage et le chauffage en métaux difficilement fusibles des 5e et 6e groupes avec addition d'oxydes.*** — **Allgemeine Elektricitäts-Aktiengesellschaft.** — Brevet français n° 376 795, publié le 20 août 1907.

Pour augmenter la résistance électrique au tantale ou au tungstène, l'on a proposé l'addition d'oxydes de zirconium, de thorium ou de cérium. Mais ces oxydes sont décomposés par le courant dans le vide, et le présent brevet a pour objet l'emploi des oxydes d'yttrium, d'ytterbium, d'erbium, terres métalliques rares d'un poids atomique élevé ; l'on peut employer également l'oxyde de tantale, et dans tous les cas l'addition doit dépasser $\frac{5}{100}$.

***Lampe à incandescence.*** — **Pauli.** — Brevet français n° 378 015, publié le 20 septembre 1907.

Afin d'obtenir une lampe électrique de résistance invariable dans de certaines limites, l'on emploie une lampe à incandescence mixte dont le filament est constitué en deux parties, l'une en carbone, l'autre en métal (osmium, zirconium, etc.) soudées ensemble à l'une des extrémités, les extrémités restées libres étant reliées comme à l'ordinaire aux contacts portés par le culot. La résistance totale de ces deux conducteurs mis ainsi en série reste sensiblement constante, malgré une certaine variation de tension, la résistance de l'un augmentant quand celle de l'autre diminue.

## TRACTION

***Système perfectionné de roues de trolley.*** — **A. Schneider.** — Brevet français n° 377 984, publié le 20 septembre 1907.

Pour empêcher autant que possible les déraillements de la roulette usitée dans les prises de courant à trolley, cette roulette, qui présente une gorge comme à l'ordinaire, est munie de plaques de garde ou joues fixes de plus grand diamètre qui l'encastrent.

## ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Réduction des minerais au moyen de fours électriques.*** — **A.-J. Petersson.** — Brevets américains n° 858 621 et 858 622 (1907).

Ces deux brevets ont pour objet un four électrique dont la figure 1 donne une coupe verticale et une coupe horizontale. Il comporte 3 chambres, 1, 2, 3, dont deux, 1 et 3, sont remplies avec du minerai, la chambre centrale 2 contenant du charbon, de l'anthracite, etc. Ces chambres communiquent entre elles à la partie

inférieure, et les électrodes horizontales 7 et 8 pénétrant dans la colonne centrale rendent incandescente la partie inférieure de cette masse de charbon. Un courant d'air passant, grâce à un ventilateur 21, à travers le charbon incandescent, produit du CO à haute température, et ce CO circulant dans la chambre 1 y réduit le minerai à l'état d'oxyde, avec formation de $CO^2$.

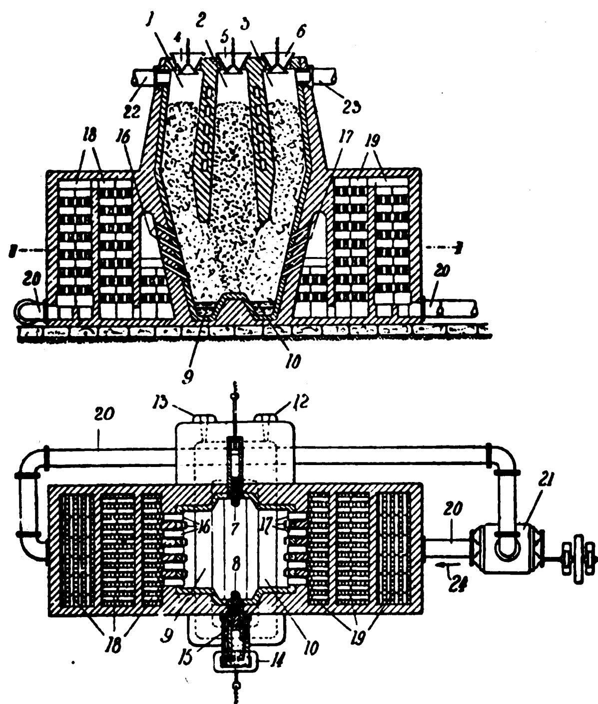



Fig. 1.

Au moyen des canaux 16, les gaz circulent ensuite dans un régénérateur 18 où ils se refroidissent, puis dans le ventilateur 21. Ils rentrent alors dans le four par le régénérateur 19 et les canaux 17 et le même cycle recommence avec transformation successive de $CO^2$ en CO, puis de CO en $CO^2$, etc. Grâce à la chaleur provenant de la combustion, le métal réduit tombe dans le réservoir 9 de forme *annulaire*, et y est maintenu en fusion au moyen de la chaleur dégagée par la circulation des courants induits par une bobine primaire 14 parcourue par un courant alternatif. Lorsque le régénérateur 18 est suffisamment chaud, l'on renverse la marche du ventilateur, et alors le régénérateur 19 se réchauffe, tandis que le régénérateur 18 est refroidi par les gaz à la sortie du ventilateur ; le minerai de la chambre 3 entre alors en réduction. Ce renversement de la marche des gaz peut se faire à de courts intervalles afin de communiquer un mouvement oscillatoire à la masse gazeuse. Dans certains cas l'on peut mettre le minerai dans la chambre centrale et le charbon dans les chambres extrêmes.

## MESURES

*Instrument électrique de mesure.* — **The Leeds and Northrup Company.** — Brevet français n° 377 987, publié le 20 septembre 1907.

Dans ce brevet se trouve décrit un instrument donnant par une lecture directe la valeur relative de deux résistances, ce qui permet de déterminer l'une quand l'autre est connue à l'avance ; si les variations de ces résistances sont connues en fonction de la température, l'on obtient, au lieu d'un ohmmètre, un pyromètre. L'appareil se compose essentiellement d'un équipage mobile de deux bobines soumises à l'action d'un aimant et disposées de telle façon que l'une sorte du champ magnétique quand l'autre y rentre ; ces bobines sont mises respectivement en série avec l'une des résistances $R_1$ et $R_2$ à comparer, et les deux branches ainsi formées sont alimentées en parallèle par une source unique E de tension quelconque.

Désignons par $H_1$ et $H_2$ les intensités du champ magnétique correspondant aux côtés actifs de l'une et de l'autre bobine ; lorsqu'il y a équilibre, il est facile de démontrer l'égalité

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{H_2}{H_1}, \qquad (1)$$

en négligeant la résistance propre des bobines supposées identiques.

A chaque valeur de $\frac{H_2}{H_1}$ correspond naturellement une position bien déterminée de l'équipage, laquelle peut être indiquée directement par un déplacement d'aiguille sur un cadran.

La source de courant est d'ailleurs quelconque, puisque la valeur de la tension n'intervient pas dans la formule (1) ; on peut se servir par exemple d'une petite dynamo ou magnéto.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Wärmelehre*** (Leçons sur la chaleur) par le **Dr J. Müller.** — 1 vol. de 194 pages avec 86 figures. — Johann Ambrosius Barth, éditeur, à Leipzig. — Prix : broché, 4 M.

Comme l'indique son titre, cet ouvrage est le résultat des conférences du Dr Johs. J. C. Müller au Technikum de Brême. Ces conférences forment la suite des leçons du même auteur sur l'étude expérimentale de la chaleur, et ont pour objet les applications des principes fondamentaux aux diverses machines thermiques. Dans l'esprit de leur auteur, elles constituent une introduction à la lecture des ouvrages très développés qui traitent cette question en détail, et il est certain que le but a été largement atteint. En six chapitres se trouve exposé d'une manière très simple tout ce qu'un ingénieur doit avoir appris sur le sujet ; ce n'est pas toutefois un traité purement théorique, et le chapitre V notamment contient un examen critique intéressant des machines à vapeur (y compris les turbines) et des moteurs à gaz ou à pétrole.

A ce propos, des diagrammes très instructifs montrent clairement la répartition des pertes dans les moteurs thermiques.

Il est évident que nous ne manquons pas d'ouvrages analogues (pour ne citer que les leçons sur la thermodynamique de M. M.-L. Marchis), mais le présent volume n'en conserve pas moins un sérieux intérêt, car l'on y trouve des méthodes d'exposition assez peu connues en France.

J. B.

***Der eingeschlossene Lichtbogen bei Gleichstrom*** (L'arc en vase clos à courant continu), par le **Dr Karl Stockhausen.** — 1 vol. gr. in-8 de 210 pages, avec 59 figures, 60 tableaux, et 4 planches hors texte. — Johann Ambrosius Barth, éditeur, Leipzig. — Prix : broché, 6 M.

L'on ne saurait trop, à l'heure actuelle, encourager la publication d'ouvrages rédigés par des spécialistes sur des sujets restreints. En effet, par suite des développements considérables des applications de l'énergie électrique, il est devenu absolument nécessaire aux jeunes ingénieurs de se spécialiser dès leur sortie de l'école, et ces monographies leur fournissent tous les renseignements qui ne sauraient trouver place dans des cours ou dans des livres d'enseignement. Ces monographies sont non moins utiles d'ailleurs aux ingénieurs déjà spécialisés, qu'elles maintiennent au courant des recherches et progrès réalisés, et, pour cette raison, il est certain que tous ceux qui s'occupent des lampes à arc liront avec intérêt l'ouvrage de M. K. Stockhausen. Cet ouvrage, divisé en six chapitres, traite successivement toutes les questions relatives à l'arc en vase clos à courant continu ; ce n'est d'ailleurs pas une simple compilation, et, bien que sérieusement documenté, il se compose en grande partie de travaux personnels, effectués au moyen d'une lampe d'expérience spécialement étudiée à cet effet, en vue d'obtenir le grade de Docteur à l'Université de Dresde. C'est ainsi que l'on y trouve de nombreuses courbes expérimentales montrant les relations qui existent entre la tension, le courant et la longueur de l'arc (chapitre III), une analyse détaillée des gaz produits et des conditions qui peuvent en déterminer l'explosion (chapitre IV), enfin, des études spectroscopiques et photométriques, ces dernières au moyen du photomètre à sphère d'Ulbricht (chapitre V et VI). A. B.

## VOLUMES REÇUS

***Notizie sugli Impianti elettrici autorizatti nel 1906.*** — Brochure in-8, de 81 pages. — Editée par le Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce, Rome.

***Die untersuchung elektrischer Systeme auf Grundlage der Superpositionsprinzipien,*** par **Dr Herbert Hausrath.** — 1 volume in-8 de 126 pages avec 19 figures. — J. Springer, éditeur, Berlin. — Prix : broché, 3 marks.

***Grundzüge der Beleuchtungstechnik,*** par **Dr L. Bloch.** — 1 volume in-8 de 157 pages avec 24 figures. — J. Springer, éditeur, Berlin. — Prix : broché, 4 marks ; relié, 5 marks.

***Ueber die Erzeugung hoher Temperaturen durch stufenweise elektrische Heizung von Oxyden,*** par **B. Saklatwalla.** — Extrait du *Zeitschrift für Elektrochemie*. Halle-a-Saale.

CHARTRES — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 26 Octobre 1907. 14e Année. — N° 43.

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



# RÉGLAGE DE LA TENSION A L'EXTRÉMITÉ D'UNE LIGNE GÉNÉRATRICE TRIPHASÉE

Lorsqu'un réseau d'énergie électrique est alimenté par une usine à vapeur, généralement établie dans le voisinage du centre de distribution, on obtient les variations minima de voltage à l'extrémité des différents feeders branchés sur les barres-omnibus de l'usine en installant à cette usine même un appareil régulateur dont la fonction est de maintenir constante la tension sous laquelle les générateurs produisent la puissance électrique, quelles que soient les variations de la charge totale du réseau. Chaque feeder est ainsi rendu indépendant des autres et les variations de voltage au poste récepteur qu'il alimente dépendent uniquement des variations de sa charge propre, dont la valeur détermine à chaque instant la chute de tension due à l'impédance de la ligne.

On peut arriver au même résultat lorsqu'un réseau d'énergie électrique est alimenté par une usine hydraulique, parfois distante de plus de 100 kilomètres du centre de distribution, grâce à l'emploi, dans l'usine génératrice même, d'un artifice simple que nous nous proposons d'étudier.

Un tel réseau comporte essentiellement : une station productrice d'énergie, une ligne de transport de force et un poste principal récepteur établi au centre de distribution ; c'est ce poste qui distribue la puissance aux différents feeders d'alimentation des postes récepteurs d'utilisation. Il s'ensuit que si l'on maintenait, comme précédemment, la tension constante aux générateurs hydro-électriques, les feeders, liés entre eux par la ligne de transport de force, subiraient, quant à leur voltage d'utilisation, non seulement les effets des variations

de leur propre charge, mais encore ceux de toutes les variations de la charge totale des autres. Le résultat serait d'assurer aux stations réceptrices la plus parfaite instabilité de voltage en faisant osciller celui-ci entre des valeurs limites inadmissibles.

C'est donc la tension du poste principal qu'il s'agit de régler de telle sorte qu'elle conserve une valeur constante pour toutes les charges pratiques du réseau.

On emploiera là encore un appareil régulateur agissant sur la tension des générateurs, mais au lieu de l'asservir au voltage de la station productrice d'énergie, comme dans le cas de l'usine à vapeur, on l'asservira au voltage du poste principal récepteur.

Pour ce faire, la Compagnie française Thomson-Houston, profitant de ce que tous ses appareils de mesure, de commande ou de réglage des circuits à haute tension fonctionnent sous une tension alternative d'environ 110 volts, par l'emploi de transformateurs de potentiel et de courant, crée à l'usine un circuit à basse tension qui, au point de vue du voltage, n'est autre que l'image à très petite échelle de la ligne de transport de force du réseau. Tous les éléments de la ligne réelle, intéressant son voltage, sont reproduits avec leurs phases et leurs amplitudes relatives dans la ligne artificielle, si bien que la tension à l'extrémité de cette dernière, sous laquelle on alimente le relai du régulateur, a une valeur instantanée constamment égale, à un facteur numérique près, à celle de la tension du poste récepteur principal du réseau.

Étudions maintenant la constitution de cette ligne artificielle dans le cas d'un transport de force en courant monophasé, puis en courant triphasé, en notant que dans ce qui suivra les lettres employées représenteront les valeurs instantanées des quantités étudiées, et observant que les transformateurs de potentiel et de courant convenablement connectés respectent les phases des courants qui les traversent.

1° *Courant monophasé*. — Une ligne monophasée (fig. 1) parcourue par un courant I, variable à chaque instant, peut être considérée comme un appareil récepteur placé en série sur le réseau entre les générateurs et le poste principal, et doué d'une résistance $R = 2R'$ et d'une inductance $P = 2L\omega$.

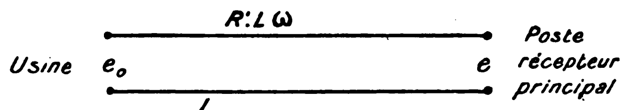


Fig. 1.

Cet appareil absorbera donc un voltage $I\sqrt{R^2 + P^2}$, en sorte que la tension à l'arrivée sera réduite à :

$$e = e_0 - I\sqrt{R^2 + P^2}. \qquad (1)$$

La ligne artificielle correspondante, créée à l'usine (fig. 2) sera formée par le secondaire d'un transformateur de potentiel T. P., branché directement sur la ligne à haute tension, dans le circuit duquel sera placé en série un appareil appelé compensateur et jouant le rôle de la ligne de transport de force considérée comme appareil récepteur. Ce compensateur comportera par suite une résistance $r$ et une inductance $\rho$, et sera alimenté par le secondaire d'un transformateur de courant T. C. branché sur un fil de la ligne haute tension. Le secondaire du transformateur de courant et le compensateur constitueront d'ailleurs un circuit fermé, dont le courant $i$ ne pourra

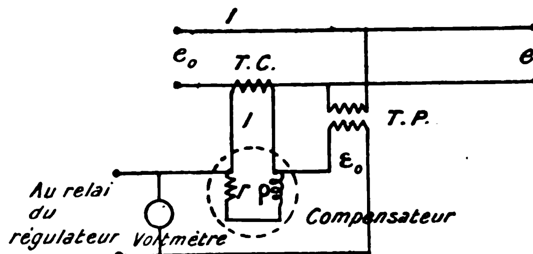


Fig. 2.

être dérivé dans le relai du régulateur par suite de la trop grande résistance de celui-ci.

Le compensateur absorbera un voltage $i\sqrt{r^2+\rho^2}$, de telle sorte que la tension à l'extrémité de la ligne artificielle sera :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - i\sqrt{r^2+\rho^2}. \qquad (2)$$

Supposons maintenant les différents appareils utilisés établis dans des conditions telles que :

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{e_0}{\varepsilon_0} = K_0 \\ \frac{I}{i} = K_1 \\ \frac{R}{r} = \frac{P}{\rho} = \frac{\sqrt{R^2+P^2}}{\sqrt{r^2+\rho^2}} = K, \end{array}\right. \qquad (3)$$

où les rapports constants $K_0$, K, $K_1$ soient liés par une relation assurant au pourcentage de chute de tension du compensateur vis-à-vis de la tension du secondaire du tranformateur de potentiel, la même valeur qu'au pourcentage de chute de tension de la ligne vis-à-vis de la tension de l'usine génératrice, soit :

$$\frac{I\sqrt{R^2+P^2}}{e_0} = \frac{i\sqrt{r^2+\rho^2}}{\varepsilon_0};$$

on en déduira :

$$K_0 = KK_1. \qquad (4)$$

Remplaçons les grandeurs du 2<sup>e</sup> membre de (2) par leurs valeurs tirées du système (3) :

$$\varepsilon = \frac{e_0}{K_0} - \frac{I}{K_1} \cdot \frac{\sqrt{R^2+P^2}}{K} = \frac{e_0 - I\sqrt{R^2+P^2}}{K_0}.$$

En rapprochant cette égalité de (1), on obtient :

$$\varepsilon = \frac{e}{K_0}, \text{ relation indépendante de I.}$$

Nos calculs ayant porté sur les valeurs instantanées des quantités en jeu, le relai du régulateur de l'usine sera bien asservi au voltage du poste récepteur principal qu'il maintiendra absolument constant quelle que soit la charge I du réseau, ce qu'il est facile de constater d'ailleurs par la présence d'un voltmètre, dit compensé, placé aux bornes de la ligne artificielle.

Il est intéressant de remarquer qu'on peut réduire la puissance absorbée par le compensateur, en l'alimentant par le secondaire d'un transformateur réducteur de courant spécial T. C. 2 dont le primaire est en série sur le circuit secondaire du premier transformateur T. C. 1, relié directement à un fil de la ligne haute tension (fig. 3). En effet, qu'on emploie le montage de la figure 2 ou celui de la figure 3, le compensateur doit toujours être établi, pour une ligne déterminée, de façon à satisfaire à l'égalité (2)

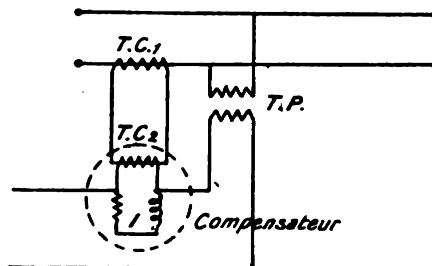


Fig. 3.

précédente, c'est-à-dire que la quantité : $i\sqrt{r^2+\rho^2}$ est indépendante du montage adopté et par suite aussi la quantité

$$i_{\text{eff}}\sqrt{r^2+\rho^2}.$$

Or la puissance du compensateur est :

$$i^2_{\text{eff}}\sqrt{r^2+\rho^2}=\left[i_{\text{eff}}\sqrt{r^2+\rho^2}\right]\times i_{\text{eff}}$$

Si donc on réduit la valeur du courant $i_{\text{eff}}$ traversant le compensateur par l'adjonction du transformateur T. C. 2, ce qui conduit à augmenter $\sqrt{r^2+\rho^2}$ proportionnellement, on diminue la puissance absorbée par l'appareil également dans la même proportion.

Ce mode opératoire (fig. 3) a l'avantage de permettre l'alimentation simultanée du compensateur et d'autres appareils tels que ampèremètre, compteur, relai, au moyen du même transformateur de courant T. C. 1 qu'on peut alors prendre du type courant.

2° *Courant triphasé.* — L'application du système précédent au courant triphasé suppose les 3 phases du réseau également chargées et les 3 fils de la ligne de transport de force aux sommets d'un triangle équilatéral. Il s'agit ici de régler la tension entre 2 fils au poste récepteur principal. Dans ces conditions, l'ensemble des 2 fils de la ligne, sur lesquels on opère le réglage, peut être considéré comme constituant un appareil récepteur, également en série sur le réseau, de résistance R et inductance P = Lω, et parcouru par un courant égal à la différence des courants, d'amplitude variable à chaque instant, circulant dans chacun des fils.

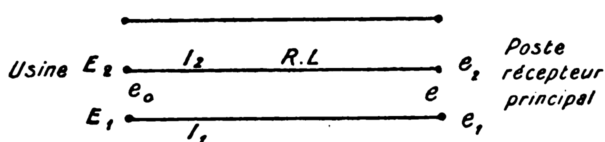



Fig. 4.

En effet (fig. 4) en considérant les voltages absolus le long de chaque fil, on obtient :

$$e_1 = E_1 - I_1\sqrt{R^2+P^2}$$

$$e_2 = E_2 - I_2\sqrt{R^2+P^2}.$$

Retranchons membre à membre

$$e_1 - e_2 = E_1 - E_2 - (I_1 - I_2)\sqrt{R^2+P^2}.$$

En introduisant les tensions entre fils, cette relation devient

$$e = e_0 - (I_1 - I_2)\sqrt{R^2+P^2}.$$

L'appareil en question (ensemble des 2 fils de ligne) absorbe donc un voltage :

$$(I_1 - I_2)\sqrt{R^2+P^2}.$$

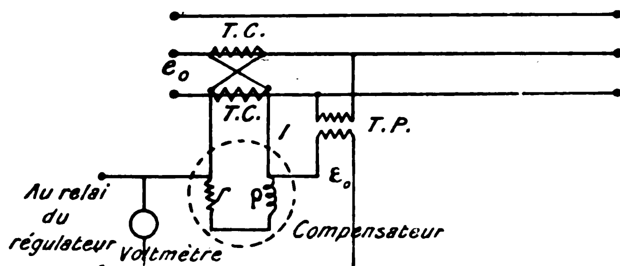



Fig. 5.

La ligne artificielle correspondante qu'on établira à l'usine (fig. 5) sera formée par le secondaire d'un transformateur de potentiel T. P., branché entre les 2 fils précédents de la ligne haute tension, dans le circuit duquel on placera en série le compensateur qui jouera le rôle de l'ensemble des 2 fils de la ligne de transport de force. Le compensateur sera alimenté par les secondaires en dérivation de

2 transformateurs de courant T. C. branchés respectivement sur l'un des 2 fils intéressés de la ligne haute tension, les pôles secondaires de l'un des transformateurs étant d'ailleurs connectés à l'inverse de ceux de l'autre.

Le compensateur de résistance $r$ et inductance $\rho$, parcouru par un courant :

$$i = i_1 - i_2$$

absorbera par suite un voltage : $(i_1 - i_2)\sqrt{r^2 + \rho^2}$, si bien qu'à l'extrémité de la ligne artificielle on aura :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - (i_1 - i_2)\sqrt{r^2 + \rho^2}.$$

Les appareils seront établis pour donner :

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{e_0}{\varepsilon_0} = K_0 \\ \dfrac{I_1}{i_1} = \dfrac{I_2}{i_2} = \dfrac{I_1 - I_2}{i_1 - i_2} = K_1. \\ \dfrac{R}{r} = \dfrac{P}{\rho} = \dfrac{\sqrt{R^2 + P^2}}{\sqrt{r^2 + \rho^2}} = K. \end{array}\right.$$

en tenant compte de l'égalité :

$$\frac{(I_1 - I_2)\sqrt{R^2 + P^2}}{e_0} = \frac{(i_1 - i_2)\sqrt{r^2 + \rho^2}}{\varepsilon_0}$$

qui donne la relation : $K_0 = KK_1$.

Le mode de calcul déjà employé conduira à l'égalité :

$$\varepsilon = \frac{e}{K_0}, \text{ relation indépendante de } I_1 - I_2.$$

On atteindra donc le même résultat qu'en courant monophasé, et la puissance du compensateur pourra être réduite de la même façon par l'adjonction d'un 3e transformateur de courant alimenté par les 2 premiers en dérivation et inversés l'un par rapport à l'autre conformément au montage de la figure 6.

Nous terminerons cette étude en montrant par un exemple pratique quelle faible puissance absorbe le compensateur, et par suite avec quelle facilité on peut solutionner le problème posé, à l'aide de cet appareil de construction extrêmement simple et économique.

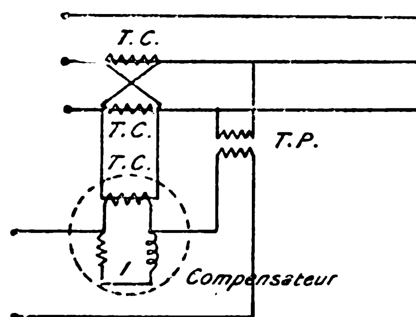


Fig. 6.

Supposons qu'il s'agisse de régler la tension à l'extrémité d'une ligne aérienne triphasée de 100 kilomètres de longueur, constituée par 3 câbles de cuivre nu de 78 millimètres carrés de section chacun, disposés aux sommets d'un triangle équilatéral de 1m,80 de côté, et destinée à transporter normalement une puissance de 10 000 kilowatts sous une tension entre fils de 55 000 volts au départ, à la fréquence de 25 cycles et avec un facteur de puissance moyen égal à 0,95.

L'emploi du matériel de série, utilisé généralement par la Compagnie française Thomson-Houston (les transformateurs de courant sont prévus pour une capacité secondaire normale de 3,5 à 4 ampères et maxima de 5 ampères ; les

transformateurs de potentiel pour un voltage secondaire normal de 110 volts) conduira à adopter les valeurs suivantes pour les constantes des appareils nécessités par la régulation.

Le courant de pleine charge de la ligne étant de 110 ampères, et en admettant une surcharge maxima possible de 25 à 30 pour °/₀, on prendra :

$$K_1 = \frac{150}{5} = 30$$

d'où :

$$i_1 = \frac{110}{30} = 3{,}7 \text{ ampères}$$

et

$$i = i_1 - i_2 = i_1\sqrt{3} = 6{,}4 \text{ ampères.}$$

D'autre part, le transformateur T. P. réduira le voltage entre phases dans le rapport :

$$K_0 = \frac{55000}{110} = 500,$$

d'où

$$K = \frac{500}{30} = \frac{50}{3}.$$

Les formules habituelles de résistance et d'inductance des lignes aériennes donnent ici pour une phase :

$$R = 20 \text{ ohms environ ;}$$
$$L\omega = P = 35 \text{ ohms environ.}$$

La chute de tension aux bornes du compensateur devra donc être de :

$$i\sqrt{r^2 + \rho^2} = 6{,}4 . \frac{\sqrt{20^2 + 35^2}}{\frac{50}{3}} = 15 \text{ volts.}$$

En n'adoptant pas de 3ᵉ transformateur de courant, on est conduit pour le compensateur à une puissance de :

$$W = 15 \times 6{,}4 = 100 \text{ volts — ampères.}$$

Mais les transformateurs de courant du type normal étant établis pour supporter chacun une puissance de 40 volts-ampères, il sera préférable de prévoir le 3ᵉ transformateur T. C. de la figure 6, établi pour réduire de moitié par exemple le courant circulant dans le compensateur, dont la puissance égalera dès lors :

$$W = 15 \times 3{,}2 = 50 \text{ volts — ampères.}$$

Il sera ainsi possible d'alimenter, comme nous l'avons dit, des appareils de mesure ou des relais par les mêmes transformateurs T. C.

Il est d'ailleurs à remarquer que, grâce à l'emploi du matériel de série précité, cette faible puissance du compensateur est sensiblement la même pour toutes les lignes triphasées, quelles que soient leur longueur, leur tension et leur puissance, si l'on admet pour chacune d'elles le même pourcentage de chute de tension à l'arrivée, par rapport à la tension com-

posée au départ. En effet, la chute de tension entre fils à l'extrémité d'une ligne triphasée a pour expression:

$$\sqrt{R^2+P^2}.\,I_1\sqrt{3}=\frac{a}{100}e_0;$$

et le voltage aux bornes du compensateur correspondant:

$$i\sqrt{r^2+\rho^2}=\frac{a}{100}\cdot\frac{e_0}{K_0}=\frac{a}{100}\cdot 110,$$

Le courant normal qui parcourt le dit appareil a pour valeur approximative:

$$i=\frac{I_1\sqrt{3}}{K_1}=3{,}5\sqrt{3};$$

et sa puissance:

$$W=\frac{a}{100}\cdot 110.3{,}5\sqrt{3}=6{,}7\,a.$$

E. WATTELET.

# SUR LE TRANSFORMATEUR A RÉSONANCE

Cette question a déjà été traitée par plusieurs auteurs; c'est ainsi que l'on peut citer par ordre chronologique MM. Seibt (1), Benischke (2), Blondel (3), Breitfeld (4). A l'exception de M. Blondel, tous ces auteurs se sont limités à l'étude du régime permanent sans étincelles; ils n'ont d'ailleurs discuté que des formules correspondant à des cas particuliers impossibles à réaliser (amortissement nul, fuites magnétiques négligeables, etc.) ou ne présentant pas d'intérêt pratique.

Ayant été amené à étudier les projets d'une semblable installation destinée à une station radiotélégraphique, nous croyons qu'il ne sera peut-être pas sans intérêt de publier les résultats auxquels nous sommes parvenu.

En réalité, l'étude des régimes permanents et celle des régimes avec étincelles sont également intéressantes; en effet, si ces derniers régimes sont ceux qui existent normalement en marche, les premiers peuvent être considérés comme la limite vers laquelle tendent les seconds, lorsqu'il y a raréfaction de l'étincelle, et, d'autre part, ils ont une importance très grande pour les calculs pratiques comme l'on peut s'en rendre compte par quelques considérations très simples.

Le problème à résoudre en définitive est le suivant (5): charger une capacité C à un po-

(1) Cf. *Éclairage Électrique*, tome XL, 30 juillet 1904, page 172.
(2) Cf. *Éclairage Électrique*, tome L, 9 février 1907, page 212.
(3) Cf. *Éclairage Électrique*, tome LI, 18 mai, 25 mai, 8 juin 1907, pages 217, 253 et 325.
(4) Cf. *Éclairage Électrique*, tome LII, 13 juillet, page 60.
On lira également avec intérêt une note de M. Brenot pour le cas du transformateur sans fuites (*Éclairage Électrique* du 23 mars 1907, tome L, page 404).
(5) Le montage indiqué sur la figure 1 n'est pas naturellement le seul possible; l'on peut notamment mettre la self $L_3$ (constituée par exemple par une portion d'un résonateur Oudin) en série avec C et brancher l'éclateur aux bornes de ce condensateur, etc. Tous ces montages sont d'ailleurs évidemment équivalents.

tentiel déterminé et accumuler ainsi une certaine quantité d'énergie que le court-circuit provoqué par l'étincelle en O (fig. 1) rend brusquement disponible dans le circuit oscillant à haute fréquence $OCL_3$.

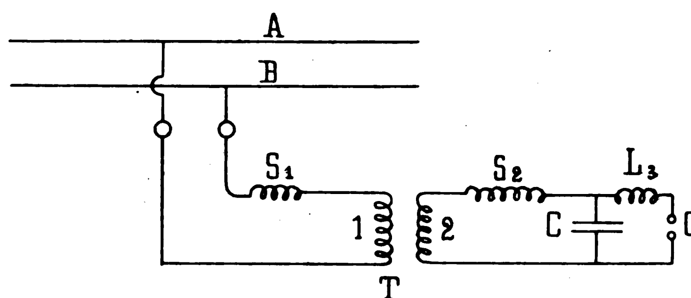



Fig. 1.

L'on a été amené à utiliser dans ce but le courant alternatif qui permet d'obtenir facilement, et sans organes mécaniques spéciaux, la haute tension nécessaire.

Or, si l'on sert de courant alternatif ordinaire, ce que nous supposerons toujours dans cette étude, l'on obtient de ce fait même une accumulation d'énergie périodique de fréquence double de la fréquence du courant ; si l'on règle convenablement l'éclateur, de manière à ce que l'étincelle jaillisse au moment où cette accumulation arrive à sa valeur maxima, l'on conçoit que le but proposé sera atteint.

Cela posé, désignons par $U_2\sqrt{2}$ la tension maxima nécessaire pour produire l'éclatement, C la capacité à charger, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ la vitesse de pulsation du courant alternatif ; le courant de charge efficace $I_2$ correspondant à $U_2$ est $C\omega U_2$. Il faut donc une puissance apparente de $C\omega U_2 \times U_2 = C\omega U_2^2$ pour obtenir la tension maxima $U_2\sqrt{2}$ aux bornes du condensateur sans qu'il y ait étincelle, et il est évident que celle-ci n'éclatera qu'autant que cette puissance sera réalisée (1).

En résumé, l'on peut dire que le problème de la résonance se ramène pratiquement à rechercher dans quelles conditions l'on peut obtenir le plus économiquement possible la puissance apparente.

$$A = C\omega U_2^2 \qquad (1)$$

et cette considération montre l'intérêt de l'étude des régimes permanents.

## Étude des régimes permanents.

Avant d'aborder l'étude du transformateur à résonance, il n'est pas sans intérêt d'examiner brièvement les propriétés tout à fait analogues du système simple réalisé par une bobine de self L et un condensateur C montés en série et soumis à une force électromotrice E.

En désignant par U la tension aux bornes du condensateur et par $I = C\omega U$ le courant, l'on

(1) Cela correspond bien d'ailleurs à ce qui se présente en pratique lorsque l'on cherche par divers réglages à obtenir une tincelle de longueur maxima. Jusqu'à ce que celle-ci éclate, l'on n'a alors affaire qu'à des régimes permanents et pour obtenir ne tension maxima $U_2\sqrt{2}$, il est nécessaire de fournir (ne fut-ce qu'un instant) la puissance apparente $C\omega U_2^2$.

peut écrire ainsi d'après des formules bien connues :

$$U = \frac{1}{\sqrt{R^2C^2\omega^2 + (LC\omega^2 - 1)^2}} E \qquad (2)$$

R étant la résistance apparente ohmique du circuit.

Multipliant les deux membres de l'égalité (2) par $I = C\omega U$, l'on obtient donc la nouvelle égalité :

$$C\omega U^2 = \frac{1}{\sqrt{R^2C^2\omega^2 + (LC\omega^2 - 1)^2}} EI. \qquad (3)$$

ou encore, si P est la puissance apparente fournie par la source,

$$P = A\sqrt{R^2C^2\omega^2 + (LC\omega^2 - 1)^2} \qquad (3')$$

$$= A \times \frac{1}{y}$$

en posant

$$y = \frac{1}{\sqrt{R^2C^2\omega^2 + (LC\omega^2 - 1)^2}} \qquad (3'')$$

Le produit $C\omega U^2$ est la puissance apparente nécessaire pour le fonctionnement de l'éclateur supposé branché aux bornes de la capacité, d'après ce que nous avons vu plus haut, et P la puissance apparente que doit fournir à cet effet le générateur employé ; l'on voit donc que cette dernière sera minima en fonction de L lorsque l'égalité

$$LC\omega^2 - 1 = 0$$

sera réalisée, c'est-à-dire lorsque la résonance aura lieu. Il est à remarquer de plus que la puissance réelle absorbée est

$$RI^2 = RC^2\omega^2U^2$$

c'est-à-dire indépendante de L (dans les limites naturellement où R ne dépend pas de L).

L'on entrevoit déjà tout l'avantage qu'il y a à réaliser cette résonance, et il ne s'agit pas là d'une simple surélévation de tension pouvant être obtenue, par exemple, pour un transformateur en rapport de transformation convenable.

Le cas théorique d'une capacité alimentée par un transformateur sans fuites et avec circuit magnétique de réluctance négligeable se ramène d'ailleurs immédiatement au cas précédent ; il suffit de remplacer dans l'égalité (3′) la capacité C par la capacité ramenée au primaire $a^2C$, $a$ étant le rapport de transformation, d'après un principe déjà connu, sur lequel nous reviendrons ultérieurement.

Un exemple pratique fera mieux ressortir l'économie réalisée : supposons que nous ayons à alimenter une capacité de $\frac{5}{10}$ de microfarad, sous une tension maxima $U_2\sqrt{2}$ de 40 000 volts, la fréquence étant de 50 périodes à la seconde ($\omega = 314$); l'on tire immédiatement pour A la valeur

$$A = C\omega U_2^2$$

$$= \frac{5}{10^7} \times 314 \times \frac{\overline{40000}^2}{2} \text{ watts}$$

$$= 125{,}6 \text{ K.V.A.}$$

Les données précédentes correspondent à une station radiotélégraphique puissante, néan

moins cette valeur de A est évidemment beaucoup trop élevée et ne saurait être produite directement par un générateur de puissance apparente équivalente, étant donné le coût d'une semblable installation.

Si l'on utilise au contraire la résonance, d'après les essais effectués, l'on peut compter pour $y$ [formule (3'')] sur une valeur de 4 au moins, de telle sorte que la puissance apparente demandée à la source est réduite à

$$\frac{125,6}{4} = 31,4 \text{K.V.A.}$$

En définitive l'on peut conclure de ce qui précède que l'emploi du courant alternatif ordinaire pour la charge des condensateurs de stations radiotélégraphiques n'est rendu possible pratiquement que grâce aux phénomènes de résonance, et que ces phénomènes se sont toujours produits, d'une manière plus ou moins parfaite, dans tous les dispositifs de ce genre ayant donné des résultats satisfaisants, et cela, même à l'insu des expérimentateurs qui ne voyaient souvent dans la bobine de self-induction en série avec l'enroulement primaire qu'un moyen d'empêcher un court-circuit lorsque l'étincelle jaillit.

Avant d'entreprendre la théorie générale du transformateur à résonance, nous signalerons en passant une application originale des principes ci-dessus qui consisterait à utiliser directement la résonance pour obtenir la charge de la capacité à une tension suffisante sans intervention d'aucun transformateur. Le courant engendré à une tension de 3000 volts, par exemple, traverserait simplement un ensemble composé du condensateur (avec un éclateur branché aux bornes) et d'une bobine de self-induction mis en résonance ; en dimensionnant convenablement la bobine de self-induction, l'on pourrait ainsi obtenir une tension aux bornes du condensateur voisine de 30 000 volts ($y = 10$)(¹). Cette solution présenterait toutefois en pratique deux inconvénients sérieux qui en font écarter l'emploi.

Tout d'abord, pour obtenir une valeur de $y$ aussi élevée, la bobine de self employée devrait présenter une résistance ohmique apparente très faible, c'est-à-dire serait d'un volume et d'un prix excessifs.

D'autre part, étant donné justement le peu de précision avec lequel l'on peut calculer R, l'on s'exposerait à de sérieux mécomptes, tandis qu'avec un transformateur avec prises variables sur les enroulements, l'on pourra toujours arriver à un résultat suffisant.

Enfin, en raison des principes énoncés par M. Blondel dans son intéressante étude déjà signalée, principes que nous analyserons en détail plus loin, une résonance aussi aiguë conduirait à une raréfaction d'étincelles excessive.

### *Equations générales.*

Désignons par :

$E_1$ la force électromotrice primaire supposée constante ;

$U_2$ la tension secondaire aux bornes du transformateur ;

$I_1$ le courant primaire ;

$I_2$ le courant secondaire ;

$L_1$, $L_2$ les cofficients de self-induction respectifs primaire et secondaire. Ces coefficients tiennent compte de la *self-induction totale* des circuits, de telle sorte que les formules s'appliquent encore au cas où l'on y intercalerait des bobines de self-induction ;

(¹) Cette possibilité résulte d'expériences faites, à de moins hautes tensions, il est vrai, par MM. Leblanc, Blondel, ainsi que par le Laboratoire de la télégraphie militaire.

M le coefficient d'induction mutuelle des circuits du transformateur ;
$R_1$ et $R_2$ les résistances respectives de ces circuits ;
$\omega = \frac{2\pi}{T}$ la vitesse de pulsation des courants ;
C la capacité.

Dans ces conditions, les équations des deux circuits peuvent s'écrire en utilisant la méthode symbolique :

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= R_1 I_1 + L_1 \omega I_1 j + M\omega I_2 j \\ O &= R_2 I_2 + L_2 \omega I_2 j + M\omega I_1 j + U_2 \\ I_2 &= C\omega U_2 j. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Par élimination de $I_2$ puis de $I_1$, l'on arrive aisément à l'égalité

$$\frac{E_1}{U_2} = -\frac{1}{M}\left\{\left[L_1 - \omega^2 C(L_1 L_2 - M^2) + CR_1 R_2\right] + \left[\omega C(R_1 L_2 + R_2 L_1) - \frac{R_1}{\omega}\right] j\right\}. \quad (5)$$

Cette égalité a déja été donnée par Seibt (Elektrotechnische Zeitschrift, 7 avril 1904 ; article analysé dans l'*Éclairage Électrique* du 30 juillet 1904).

Sous cette forme, l'équation (5) permet aisément de suivre les variations du rapport $\frac{E_1}{U_2}$ lors que l'on fait varier certaines quantités ; l'un des cas les plus intéressants en pratique est celui où l'on fait varier $L_1$ au moyen d'une self primaire et nous l'examinerons en premier lieu.

Il est facile alors de voir que le rapport $\frac{E_1}{U_2}$ est proportionnel à un vecteur dont une extrémité est fixe et dont l'autre se déplace sur une droite. En effet, si l'on considère la quantité complexe du second membre, l'on remarque que les deux termes qui la composent sont des *fonctions linéaires* de $L_1$, le coefficient M pouvant d'autre part être considéré comme constant si l'on fait varier $L_1$ comme on l'a déjà dit, au moyen de bobines de self-induction primaires telles que $S_1$ (fig. 1).

Cette remarque nous conduit ainsi à une construction graphique très simple qui se prête aisément à la discussion.

*(A suivre.)* J. BETHENOD.

---

## ESSAIS D'UNE TURBINE A VAPEUR CURTIS DE 1000 K. W.

Les ateliers de la British Thomson-Houston Co, à Rugby, viennent de procéder à des essais intéressants sur une turbine à vapeur accouplée à un alternateur diphasé de 1 000 K. W. Ces essais ont été effectués sous le contrôle du Pr Ernest Wilson, du Collège Royal, à Londres, et de M. J. R. Salter, ingénieur à la société « The Lancashire United Tramways ».

L'alternateur peut donner en marche continue une puissance de 1 000 K.W. (1250 K.V.A.) avec un facteur de puissance de 0,80 ; la fréquence est de 50 périodes à la seconde, et la tension normale atteint 7 500 volts.

Il est destiné à la station génératrice de la société « The Lancashire United Tramways », à Atherton.

La figure 1 montre la turbine en place; le condenseur sert de base à l'ensemble, et comporte des pompes à air actionnées par des moteurs électriques.

La consommation de vapeur a été évaluée d'après la mesure du débit de l'eau de condensation, sans tenir compte de la puissance absorbée par les pompes à air et celles de circulation.

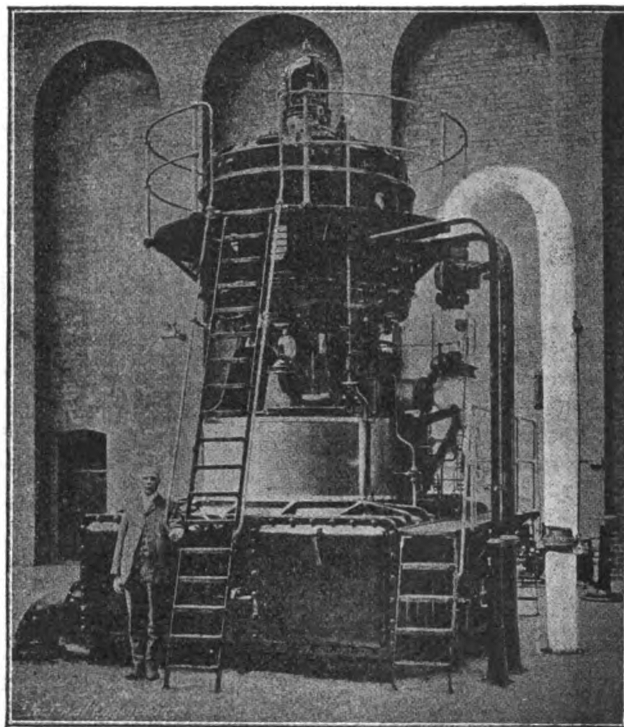


Fig. 1.

Les essais furent exécutés dans l'ordre suivant :

1° Demi-charge pendant 2 heures ;

2° Pleine charge pendant 6 heures ;

3° Surcharge de 25 % pendant 1 heure.

L'on procéda ensuite à la mesure de la chute de tension et aux essais d'isolement.

Les chiffres relevés pendant la marche sont reproduits par les tableaux I, II et III ci-joints; le tableau I donne la consommation de vapeur, le tableau II indique les principales constantes de l'alternateur d'après les essais, et enfin le tableau III est relatif à la chute de tension et aux essais de régulation électrique.

Le cahier des charges fixait de la manière suivante les conditions d'essais :

*a*) La pression de la vapeur à la valve d'admission devait être de 150 lb. par sq. in. (11 kilogs par centimètre carré environ) ;

*b*) Le vide étant maintenu à 70 centimètres, et la température de l'eau de circulation n'excédant pas 80° F. (environ 26,7° centigrade), la puissance totale absorbée par les pompes à air et de circulation ne devait pas dépasser 52 K.W.

Les consommations garanties étaient :

| | | |
|---|---|---|
| A demi-charge. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 21,8 lb. soit | 9,88 kgr. par K. W. H. |
| A pleine charge. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 19,3 lb. | 8,75 — |
| Avec surcharge de 25 %. . . . . . . . . . . . . . . | 20 lb. | 9,07 — |

TABLEAU I

| DURÉE DE L'ESSAI — CHARGE | 2 HEURES — 1/2 | 6 HEURES 1 | 1 | 1 HEURE — 1,25 |
|---|---|---|---|---|
| Pression de la vapeur en kgr. par centimètre carré. . . . | 11,02 | 11,02 | 11,02 | 10,78 |
| Température (cent.). . . . . . . . . . . . . . . . | 195°,5 (384 F.) | 197°,7 (389 F.) | 238°,8 (466 F.) | 264°,4 (508 F.) |
| Surchauffe (cent.). . . . . . . . . . . . . . . . | 10° (18 F.) | 12°,2 (22 F.) | 55°,5 (100 F.) | 80°,5 (145 F.) |
| Vide (en centimètres). . . . . . . . . . . . . . | 71,6 | 71,9 | 72,2 | 71,89 |
| Pression barométrique (en centimètres). . . . . . . | 74 | 74,15 | 74,3 | 74,3 |
| Température de l'eau de circulation (cent.) entrée. . . . | 19°,4 | 19°,4 | 19°,4 | 19°,4 |
| Température de l'eau de circulation (cent.) sortie. . . . | 26°,1 | 28°,3 | 28°,3 | 30° |
| Puissance totale en K. W. . . . . . . . . . . . . | 503 | 1 011 | 1 011 | 1 281 |
| Puissance en K. W. absorbée par l'excitation. . . . . . | 4,65 | 5,63 | 5,63 | 6,45 |
| Puissance nette en K. W. . . . . . . . . . . . . | 498,4 | 1 005,4 | 1 005,4 | 1 274,6 |
| Consommation de vapeur en kgr. par K. W. H. . . . . | 8,79 | 7,70 | 7,20 | 6,88 |

TABLEAU II

| CHARGE | 1/2 | 1 | 1,25 |
|---|---|---|---|
| Tension moyenne par phase, en volts. . . . . . . . . . . . . | 7 500 | 7 500 | 7 500 |
| Courant moyen par phase — phase 1. . . . . . . . . . . . | 33,7 | 66,7 | 85,4 |
| Courant moyen par phase — phase 2. . . . . . . . . . . . | 33,5 | 66,4 | 85 |
| Puissance en K. W. d'après les compteurs — phase 1. . . . . . | » | 506 | 643 |
| Puissance en K. W. d'après les compteurs — phase 2. . . . . . | » | 505 | 638 |
| K. V. A. — phase 1. . . . . . . . . . . . . . . . . | 252 | 500 | 640 |
| K. V. A. — phase 2. . . . . . . . . . . . . . . . . | 251 | 498 | 637 |
| Tension aux bornes des bobines inductrices — au début de l'essai. . . | 60,5 | 71,0 | 79,5 |
| Tension aux bornes des bobines inductrices — à la fin de l'essai. . . | 66,5 | 75,0 | 81 |
| Courant d'excitation. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 69,5 | 75,0 | 79,4 |
| K. W. absorbés par les bobines d'excitation — au début de l'essai. . . | 4,17 | 5,31 | 6,29 |
| K. W. absorbés par les bobines d'excitation — à la fin de l'essai. . . | 4,65 | 5,63 | 6,45 |

TABLEAU III

| | A VIDE | | A PLEINE CHARGE ($\cos\varphi = 1$) | |
|---|---|---|---|---|
| | CALCUL. | OBSERV. | CALCUL. | OBSERV. |
| Chute de tension à 7 500 volts en %. . . . . . . . | » | » | 6,00 | 5,75 |
| Courant d'excitation. . . . . . . . . . . . . . . | » | 68 | » | 75 |
| K. W. absorbés dans les bobines d'excitation. . . . . . | 6,00 | 4,50 | 8,00 | 5,60 |

Toute variation de 1 % de la consommation à pleine charge, en dessus ou en dessous de

la valeur fixée ci-dessus, entraînait une amende ou un boni de 1 250 francs (25 livres sterling).

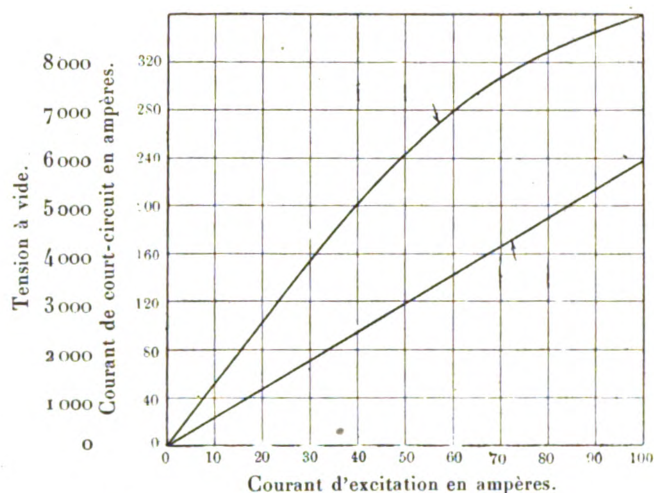



Fig. 2. — Courbes de la tension à vide et du courant de court-circuit de l'alternateur.

Dans chaque essai, ainsi qu'on l'a dit plus haut, la consommation de vapeur a été obtenue en pesant l'eau de condensation reçue dans deux réservoirs, pendant la durée de temps inscrite sur le tableau I ; l'exactitude des bascules à plate-forme de 1 500 kilogs employées à cet effet avait été vérifiée par l'Inspecteur des Poids et Mesures du Gouvernement.

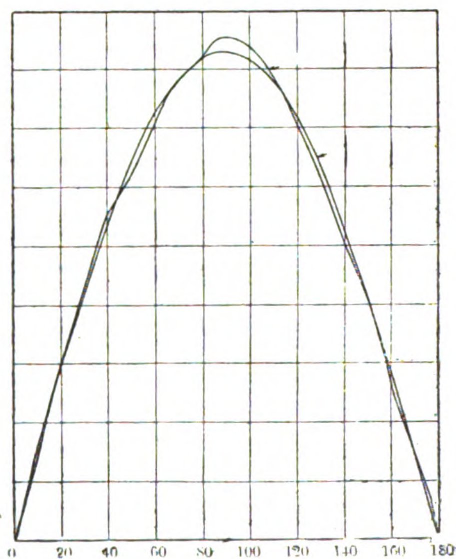



Fig. 3. — Tension à demi-charge.

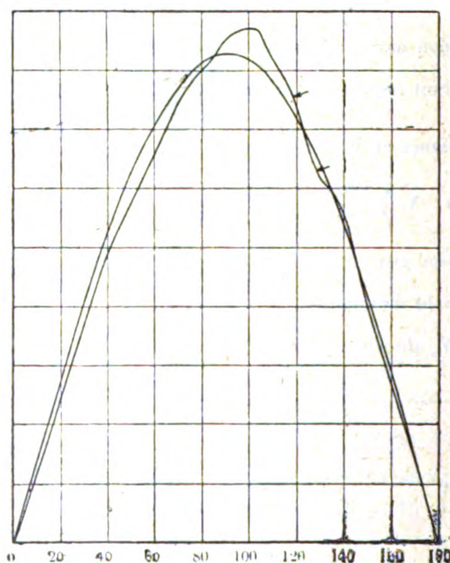



Fig. 4. — Tension à pleine charge.

Quant aux instruments de mesures électriques, ils furent étalonnés après essais, par le *Board of Trade.*

D'après les résultats des essais effectués dans les conditions requises, et en tenant compte des pertes pour l'excitation et la commande de la pompe à huile de graissage

(9,8 K.W.), la consommation à pleine charge est de 18,5 lb. (8,39 kilogs environ) par K.W.H., c'est-à-dire inférieure de 4 % à celle prévue par le marché ; il en résulta un boni de 5000 francs pour les constructeurs.

La température des organes de l'alternateur au bout de 10 heures de marche à pleine charge non inductive (cos $\varphi = 1$) ne devait pas présenter une élévation de plus de 75° F. (33,3° centigrade environ). Les essais prouvèrent que cette condition était largement remplie ; en effet, au bout de six heures de marche, alors que, d'après les mesures, l'on pouvait regarder comme établi le régime de la température, la surélévation de température maxima correspondait à la portion de l'enroulement du stator située au voisinage du tuyau d'amenée de vapeur et ne dépassait pas 31,2° centigrade.

Les mesures d'isolement furent également d'ailleurs très satisfaisantes.

Enfin, l'on voit, d'après le tableau III, que la chute de tension ne dépasse pas les limites prescrites ; la courbe du courant de court-circuit (fig. 2) peut donner une idée approximative de la régulation. La chute de tension à pleine charge non inductive est de 5,75 %, inférieure par conséquent à la valeur de 6 % tolérée.

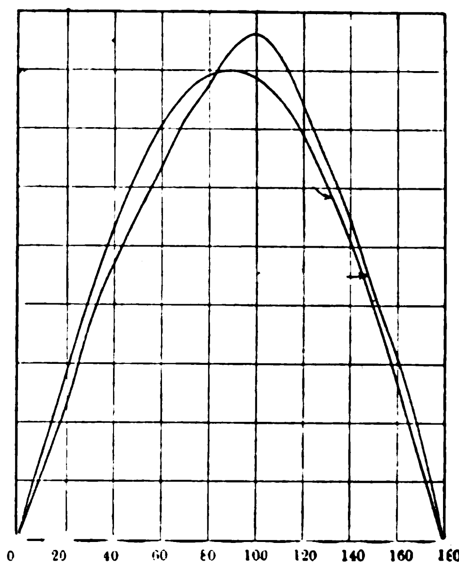


Fig. 5. — Tension avec 25 % de surcharge.

Les figures 3, 4, 5 donnent les courbes de la tension pour diverses charges relevées au moyen d'un ondographe ; la deuxième courbe régulière et symétrique tracée sur tous ces ondogrammes est la sinusoïde qui donnerait le même voltage efficace que la courbe réelle. Comme l'on peut en juger, la différence entre les deux courbes est assez faible ; elle est plus prononcée au fur et à mesure que la charge augmente, par suite de la réaction d'induit.

J. Reyval.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Influence des amortisseurs sur les oscillations des alternateurs en parallèle.*** — **F. Emde.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 22 septembre 1907.

Le Pr Görges a déjà indiqué en 1903 (1) que les amortisseurs n'adoucissent pas toujours l'effet des variations de puissance des alternateurs en parallèle, et qu'ils les aggravent même lorsque la fréquence des oscillations libres de la roue polaire, est plus petite que 0,707 fois la fréquence des oscillations amorties. Nous allons mettre en lumière ces divers points.

Indiquons d'abord ce que nous entendons par « force de direction » d'une machine synchrone. Dans un alternateur triphasé marchant à vide, le maximum de la courbe du champ d'induit est en face du milieu du pôle. Si la machine est chargée, par suite de la réaction du courant d'in-

(1) *Eclairage Electrique*, tome XXXIV, 7 mars 1903, page 345.

duit ce maximum se déplace et vient en arrière du milieu du pôle. Nous appelons $w_0$ l'angle au centre compris entre ces deux points. La composante wattée du courant d'induit est égale à

$$J \cos \varphi = J_k \sin (p \cdot w_0) \text{ (fig. 1)}$$

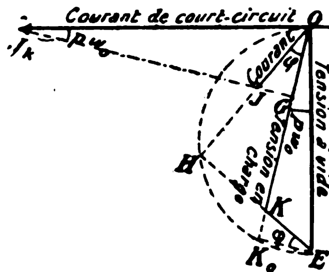



Fig. 1.

où $J_k$ est le courant de court-circuit d'une machine à $2p$ pôle. Le dit courant est une mesure de l'excitation de la machine. La puissance électrique de celle-ci est donc $EJ_k \sin pw_0$, et la puissance mécanique correspondante est le produit du couple par la vitesse angulaire. La vitesse angulaire est $\frac{\nu}{p}$, si $\frac{\nu}{2\pi}$ représente la fréquence du courant. Soit $Ww_0$ le couple ; la puissance mécanique est alors :

$$Ww_0 \frac{\nu}{p} = EJ_k \sin pw_0$$

d'où
$$W = \frac{EJ_k}{\nu} \cdot \frac{p \sin pw_0}{w_0},$$

ou bien, puisque $pw_0$ est en général un angle très petit que nous pouvons prendre pour son sinus $W = p^2 \frac{EJ_k}{\nu}$. Aussi longtemps donc que $w_0$ est petit, W ne dépend pas de cet angle. C'est cette grandeur W que nous appelons « *force de direction* » de la machine, car multiplié par $w_0$ et pris négativement, W représente le couple à vaincre ($-Ww_0$).

Si la vitesse communiquée à l'alternateur est irrégulière, la fréquence $\frac{\nu}{2\pi}$ oscille autour d'une valeur moyenne. Le champ tournant dans l'induit suit les oscillations de la roue polaire. Pour des variations données du couple moteur, les variations de vitesse de la zone polaire dépendront essentiellement de son inertie. Les conclusions seraient tout autres, si nous pouvions, d'une façon quelconque, empêcher le champ tournant dans l'induit de suivre les oscillations de la roue polaire, si nous pouvions le contraindre à une rotation uniforme.

Cela serait obtenu en faisant marcher notre machine en parallèle avec d'autres, de vitesse uniforme, et telles que leur marche uniforme ne soit point altérée par notre machine. Nous n'avons plus alors un angle déterminé $w_0$ entre la roue polaire et le champ d'induit, mais un angle $w_0 + y$ où $y$ est tantôt négatif tantôt positif, et a une valeur assez faible. Le couple résistant du générateur oscille également et d'une façon correspondante autour d'une valeur moyenne, et les variations brusques de l'effort moteur entraînent non seulement des variations de vitesse des masses d'inertie, mais elles ont un contre-coup sur la puissance électrique que donne la machine au réseau.

La valeur moyenne du couple moteur ou effort tangentiel à la manivelle est représentée par $S_0$ dans ce qui suit.

Supposons que les variations du couple moteur soient sinusoïdales. Le couple moteur est donc représenté par :

$$S_0 + S_1 \sin (\omega t + \alpha) \qquad (1)$$

où $t$ est le temps, $S_1 \omega$ et $\alpha$ sont des constantes. Le couple moteur a par seconde $\frac{\omega}{2\pi}$ minima et autant de maxima. La manivelle de la machine motrice et la roue polaire, que nous supposons reliées rigidement, vont reproduire les oscillations du couple moteur. Pour préciser exactement le mouvement de la roue polaire, nous choisissons un point quelconque de la périphérie du stator comme origine. La distance angulaire qu'un point quelconque choisi à la périphérie de la roue polaire occuperait si la machine marchait à vide et avec une vitesse uniforme est désignée par $\overline{w}$. A vitesse constante, chaque point se trouve donc au temps $t$ à une distance angulaire $\overline{w} + ct$ où $c$ est la vitesse angulaire.

Pour que la machine donne au réseau une certaine puissance, la roue polaire doit être encore avancée d'un angle $w_0$ par la machine motrice, de telle sorte que chaque point, en charge, soit à la distance angulaire $\overline{w} + ct + w_0$. Si la roue polaire subit en outre des oscillations, le point est à une distance angulaire supérieure ou infé-

rieure et a donc au temps $t$ la situation caractérisée par la relation :

$$w = \overline{w} + w_0 + ct + y$$
$$= \overline{w} + w_0 + ct + Y \sin(\omega t + \beta)$$

où Y et $\beta$ sont des constantes inconnues et à déterminer (fig. 2).

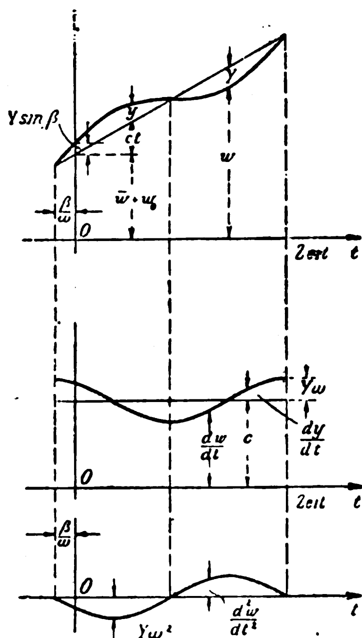



Fig. 2.

Y représente la plus grande valeur qu'atteint l'oscillation de la roue polaire et $\frac{\alpha - \beta}{\omega}$ indique le temps qui sépare l'instant où cette plus grande valeur est atteinte, de celui du maximum du couple moteur. Le chemin parcouru dans le temps $t$ est $(ct + y - Y \sin \beta)$ et la distance angulaire de la zone polaire, de la position qu'elle occupe à vide en marche uniforme $(\overline{w} + ct)$ est $(w_0 + y)$.

La vitesse angulaire de la roue polaire au temps $t$ est :

$$\frac{dw}{dt} = c + \frac{dy}{dt} = c + Y\omega \sin\left(\omega t + \beta + \frac{\pi}{2}\right)$$

et son accélération angulaire est :

$$\frac{d^2w}{dt^2} = \frac{d^2y}{dt^2} = Y\omega^2 \sin(\omega t + \beta + \pi).$$

Le moment résistant du générateur est donc d'après ce qui a été dit :

$$-W(w_0 + y) = -Ww_0 - WY \sin(\omega t + \beta) \quad (2)$$

ce que nous pouvons écrire, puisque sa valeur moyenne $Ww_0$ doit être égale au couple moteur $S_0$ :

$$-S_0 - WY \sin(\omega t + \beta).$$

Soit T le moment d'inertie de toutes les masses en mouvement, leur énergie cinétique est donc :

$$\Phi = \frac{1}{2} T \left(\frac{dw}{dt}\right)^2 = \frac{1}{2} T \left(c + \frac{dy}{dt}\right)^2$$
$$= \frac{1}{2} Tc^2 + Tc \frac{dy}{dt} + \frac{1}{2} T \left(\frac{dy}{dt}\right)^2$$

ou bien, puisque le dernier terme est petit relativement aux autres :

$$\Phi = \frac{1}{2} Tc^2 + Tc \frac{dy}{dt}.$$

Dans le temps $t$ la variation de l'énergie cinétique est :

$$d\Phi = Tc \frac{d^2y}{dt^2} dt.$$

Considérons cette expression comme un travail mécanique, c'est-à-dire comme le produit d'un couple par une vitesse angulaire, le facteur de $dw$ ou approximativement de $cdt$ est le couple d'accélération, c'est donc :

$$T \frac{d^2y}{dt^2} = T\omega^2 Y \sin(\omega t + \beta + 180°) \quad (3)$$

sa valeur moyenne est nulle.

Si nous plaçons à présent sur la roue polaire un bobinage amortisseur, la machine agit en plus, tantôt comme générateur asynchrone, tantôt comme moteur asynchrone suivant la valeur du glissement, c'est-à-dire de la différence de la vitesse instantanée à la vitesse du synchronisme $c$. Soit D une constante convenable, nous pouvons exprimer le couple résistant du générateur asynchrone par :

$$-D\left(\frac{dw}{dt} - c\right) = -D \frac{dy}{dt}$$
$$= -D\omega Y \sin(\omega t + \beta + 90°). \quad (4)$$

La constante D croît comme le carré du flux magnétique, avec la puissance d'un amortisseur et avec le nombre de ceux-ci. Le facteur de pro-

portionnalité est $\frac{1}{16}$. Le couple résistant asynchrone a une valeur moyenne nulle.

La somme algébrique du couple moteur et des deux couples résistants du générateur est le couple disponible pour l'accélération des masses :

$$T\frac{d^2y}{dt^2} = [S_0 + S_1 \sin(\omega t + \alpha)] - W(w_0 + y) - D\frac{dy}{dt}$$

d'où la variation du couple moteur est :

$$S_1 \sin(\omega t + \alpha) = WY \sin(\omega t + \beta) + D\omega Y \sin(\omega t + \beta + 90^\circ) + T\omega^2 Y \sin(\omega t + \beta + 180^\circ) \quad (5),$$

puisque :

$$S_0 - Ww_0 = 0.$$

On peut représenter les termes de cette équation, par les côtés d'un trapèze à 2 angles droits (fig. 3). Les projections des côtés du trapèze sur une ligne des temps tournant avec une vitesse angulaire $\omega$, donnent la mesure des valeurs instantanées. Les longueurs représentent les couples. Si nous les multiplions par la vitesse angulaire $\left(c + \frac{dy}{dt}\right)$ ou par la vitesse approchée



Fig. 3.



Fig. 4.

$c$, nous obtenons les puissances correspondantes (fig. 4). CD représente la puissance d'accélération, AD la variation de l'effort moteur, AC la variation totale de la puissance électrique.

Nous ne pouvons évidemment pas affirmer, que le fonctionnement décrit ici se produira effectivement, qu'il est le seul possible, mais seulement qu'il appartient à une infinité de cas possibles.

On peut supposer que, pour un couple donné à un instant quelconque, la roue polaire n'a pas la position prévue ni la vitesse indiquée. On aurait alors une autre valeur de l'accélération et d'après cela nos considérations et leurs résultats pourraient paraître très douteux. Mais le mouvement indiqué est celui qui tend à s'établir et nous pouvons donc le considérer comme l'état permanent.

Pour donner des indications précises sur cette question, nous supposerons une machine en service, commandée par machine à piston, et mise en parallèle avec d'autres machines qui sont par exemple de plus grande puissance et commandées par turbines (eau ou vapeur). L'alternateur possède un bobinage amortisseur. La machine à vapeur marche à admission constante et la valeur moyenne de la puissance fournie au réseau par l'alternateur est constante. Les différents cas qui peuvent se présenter sont donc fixés par les variations d'excitation de notre alternateur, la tension efficace du réseau étant maintenue constante par les autres machines. En changeant l'excitation, nous changeons la *force de direction* de l'alternateur. Sa constante d'amortissement n'a pour ainsi dire pas changé puisque le flux d'induction magnétique est maintenu constant en même temps que la tension du réseau.

Moyennant toutes ces hypothèses, un état bien déterminé d'oscillation correspond à chaque valeur de l'excitation, La variation de l'effort tangentiel ne se modifie pas, mais bien l'amplitude des oscillations de la roue polaire, les variations de son énergie cinétique et celles de la puissance électrique de l'alternateur.

Le diagramme donne une représentation exacte de ces faits. Supposons que le côté incliné de notre trapèze, représentant l'oscillation de l'effort tangentiel, soit fixe de position, les deux autres sommets du trapèze se meuvent alors sur un cercle (fig. 5); en effet le triangle sem-



Fig. 5.

blable DFB reste semblable à lui-même, puisque

$\frac{DF}{FB} = \frac{\omega DY}{\omega TY} = \frac{D}{\omega T}$ et par suite l'angle DBA reste constant. Le lieu de B est donc un cercle ayant comme corde AD, et l'on en conclut aisément que le point C se déplace également sur un cercle de diamètre DP, l'angle DCP étant droit. En faisant varier la position de C sur le cercle (fig. 6) à partir de D, nous pouvons comparer entre eux une série de points particuliers. La longueur DC donne une mesure de l'amplitude des oscillations de la roue polaire, c'est-à-dire pour son plus grand écartement à partir de sa position moyenne $w_0$, et l'angle EDC est une mesure du temps qui sépare le moment de la plus grande oscillation de la roue polaire de celui où se produit le plus grand

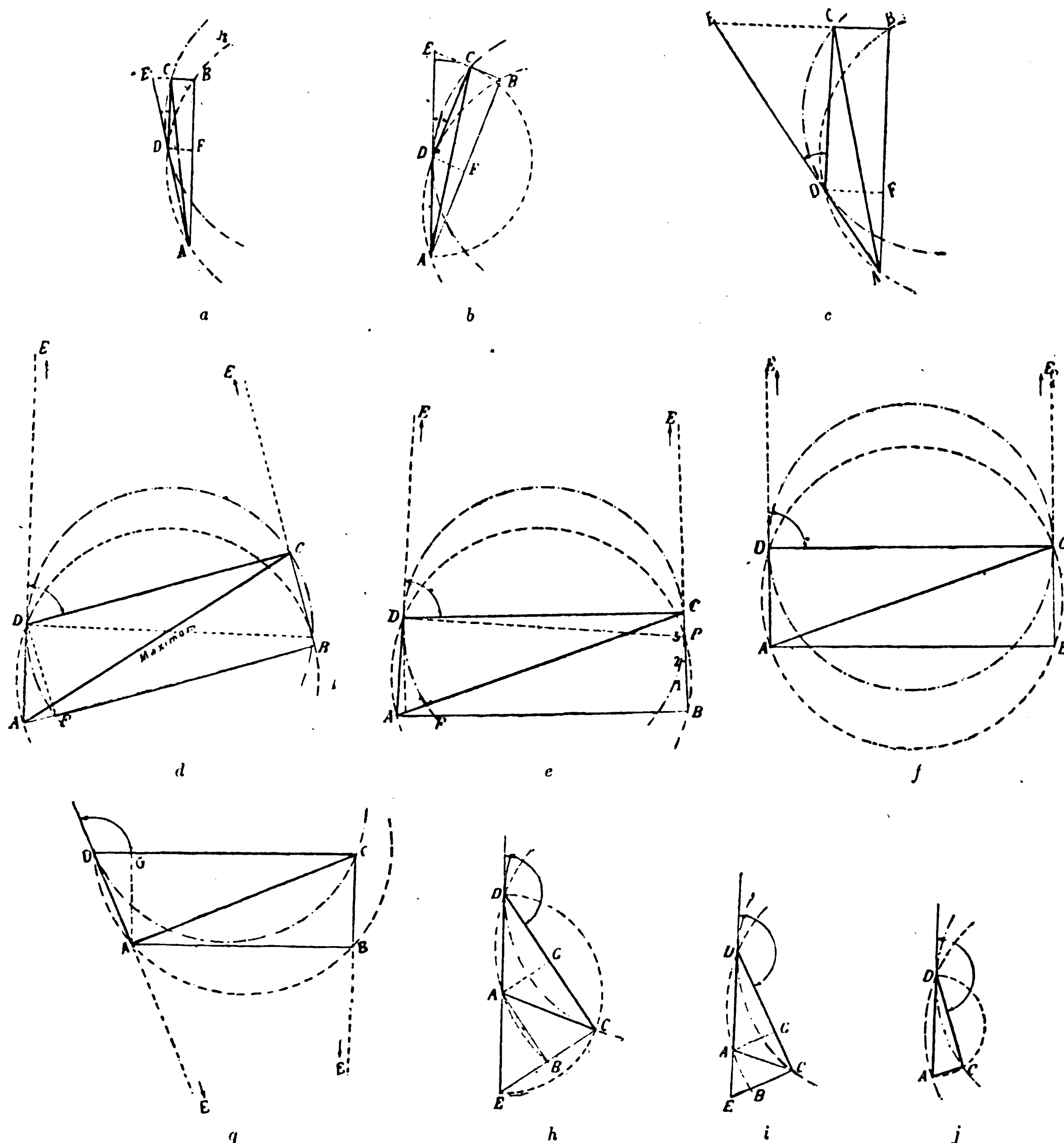



Fig. 6.

effort tangentiel. La série des diagrammes (fig. 6) correspond à des valeurs de plus en plus faibles de l'excitation. Avec une excitation très forte, la roue polaire exécute seulement de très petites oscillations DC, avec un faible retard de phase EDC par rapport à l'effort tangentiel AD. Avec une excitation décroissante, l'oscillation croît et son retard croît jusqu'à 1/4 de période (fig. 6*f*). Au delà, le retard croît mais l'amplitude de l'oscillation diminue. Pour comparer la puissance d'accélération CD avec l'amplitude de la puissance motrice AD, écrivons $CD = \zeta AD$ (fig. 7).

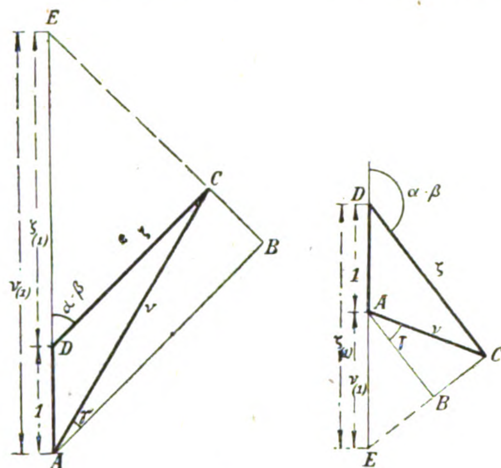


Fig. 7*a*.

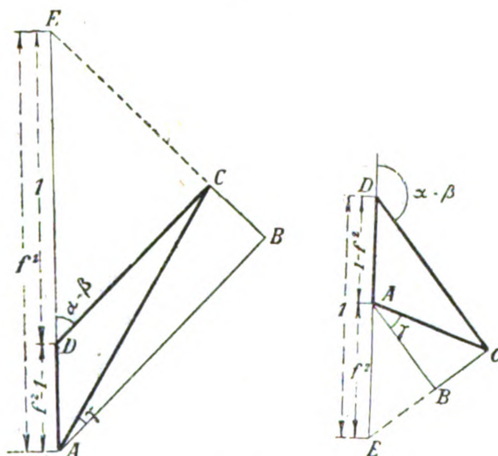


Fig. 7*b*.

Avec de fortes excitations $\zeta < 1$, sa valeur croît alors au delà de 1 pour redescendre ensuite. Dans la marche en parallèle, la roue polaire oscille donc plus fortement que dans la marche indépendante. Avec de très fortes et de très faibles excitations, l'adoucissement des oscillations est sensible.

Le maximum de l'oscillation de la puissance électrique est atteint avant la plus grande oscillation de la roue polaire (fig. 6*d*). Si nous comparons AC avec AD, puissance motrice, et si nous écrivons $AC = \nu AD$ (fig. 7) nous trouvons que la puissance électrique oscille plus fortement au début que la puissance motrice ($\nu > 1$) et qu'en outre, les oscillations totales de la puissance électrique relativement à celles de la puissance motrice paraissent seulement atténuées à des excitations très faibles, lorsque l'oscillation synchrone AB de la puissance électrique est plus faible que la moitié de la puissance d'accélération DC. Le rapport *d* de l'oscillation asynchrone de la puissance BC à la synchrone AB, croît continuellement. L'angle

$$CAB = \gamma = \text{arc tg } d$$

croît jusqu'à 90°.

Lorsqu'il n'y a pas de bobinage amortisseur, la longueur BC n'existe pas. Si l'oscillation devait rester la même, l'oscillation de l'effort tangentiel en grandeur et en phase, serait AF (fig. 6). Mais elle est effectivement AD. Le diagramme ABF est transformé en AED par les projections FD et BE. On doit remplacer le point C par le point E. Les valeurs de $\zeta$ et $\nu$ pour $D = 0$ sont représentées par $\zeta_{(1)}$ et $\nu_{(1)}$. Si $D = 0$, l'égalité (5) devient

$$S_1 = \pm (W - \omega^2 T) Y$$

puisque $\beta = \alpha$ ou $= \alpha - 180°$.

Le point E varie de D jusqu'à l'infini pour des excitations décroissantes et revient jusqu'en A. $\zeta_{(1)}$ croît de 0 à l'$\infty$ et décroît de $\infty$ à 1. Par contre $\gamma_{(1)}$ croît de 1 à $\infty$ et décroît de $\infty$ à 0. Si W tend vers $\omega^2$, $T\overline{AE}$ tend à devenir $= \overline{ED}$. Tant que $AD \neq 0$ le point E doit reculer de plus en plus. Cela signifie que l'on ne peut obtenir aucun état stationnaire avec les oscillations de fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$ et que la machine ne peut rester synchrone et doit tomber hors phase.

Si $AD = 0$, l'équation $AE = ED$ serait satisfaite par des valeurs infinies et on aurait un état stationnaire avec des oscillations de fréquence $\frac{2\pi}{\omega}$.

Nous avons donc affaire à des oscillations li-

bres de la machine. Ou plus exactement, puisque la machine à toute excitation est capable de libres oscillations, seulement avec d'autres périodes, nous sommes conduits à cette excitation pour laquelle la fréquence des oscillations libres correspond à celle de la machine à vapeur. On dit en acoustique qu'il y a résonance dans le cas où la fréquence des oscillations libres (non amorties) correspond à celle de la cause qui produit l'oscillation. Puisque dans ce cas, $\omega^2 T = W$, la fréquence des oscillations libres quand il n'y a pas d'amortissement est

$$\frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{W}{T}}.$$

Evidemment l'amortissement peut avoir lieu aussi sans aucun bobinage amortisseur, les oscillations libres tendant à s'éteindre. Elles ont alors la fréquence réduite

$$\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{W}{T} - \left(\frac{D}{2\pi}\right)^2}.$$

En général $W \gtrless \omega^2 T$, et si nous posons :

$$W = f^2 \omega^2 T,$$

les oscillations libres, qui peuvent se produire pour une excitation quelconque, ont une fréquence $f$ fois plus grande que les oscillations amorties. On a

$$f^2 = \frac{AE}{ED} = \frac{AB}{CD}$$

(fig. 7) et on en déduit aisément :

$$\zeta_{(1)} = \frac{1}{f^2 - 1} \text{ et } \nu_{(1)} = \frac{f^2}{f^2 - 1} \text{ d'où } \nu_{(1)} - \zeta_{(1)} = 1.$$

Il faut considérer les expressions précédentes, abstraction faite des signes.

Examinons à présent ce qui se produit, lorsque la machine ordinaire est pourvue d'amortisseurs. D'après la figure 7

$$\cos(\alpha - \beta) = \frac{DC}{DE} = \frac{AB}{AE} = \frac{\zeta}{\zeta_{(1)}}.$$

Puisque le cosinus est en général une fraction simple, l'amortissement diminue tout d'abord les oscillations de la roue polaire (DE devient DC) et, ensuite, les variations de la puissance électrique synchrone (AE devient AB). Soit l'angle CAB désigné par $\gamma$ ; $\operatorname{tg}\gamma = d$ est le rapport de la variation de puissance asynchrone à la variation synchrone et $\cos\gamma$ est le rapport de la variation synchrone à la variation totale. Le rapport de la variation de puissance électrique avec amortissement à la variation de cette même puissance sans amortissement est

$$\delta = \frac{\nu}{\nu_{(1)}} = \frac{AC}{AE} = \frac{AB : AE}{AB : AC} = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos\gamma}.$$

Or, on a sans cesse $\alpha - \beta > \gamma$ et on voit de suite que $\delta$ ne doit pas être une petite fraction. Si $\alpha - \beta = 180° - \gamma$ (fig. 6 *h*), $\delta = 1$ et dès que la somme des deux angles $(\alpha - \beta) + \gamma > 180°$ on a $\delta > 1$.

Alors la puissance électrique varie avec les amortisseurs plus davantage quand ils n'existaient pas. Mais alors

$$\frac{AC}{AD} = \nu < 1, \text{ et même } \frac{AE}{AD} = \frac{f^2}{1 - f^2} = \nu_{(1)} < 1.$$

La puissance électrique varie moins que la puissance motrice avec amortisseurs comme sans ces derniers.

L'amortissement adoucit donc les variations de la puissance électrique lorsque sans lui la puissance électrique variait davantage que la puissance motrice. Mais, si sans amortissement les variations de la puissance électrique étaient moindres que celles de la puissance motrice, l'amortissement n'est plus efficace et il aggrave même le mal.

Nous avons vu que par l'amortissement, les variations de puissance synchrones sont toujours diminuées. Lorsque la variation totale de la puissance électrique s'exagère avec l'amortissement, cela tient donc uniquement aux variations de la puissance asynchrone BC que l'amortissement introduit. On peut remarquer ce fait dans les figures 6 *i* et 6 *j*. On est alors éloigné dans une certaine mesure de la résonance, les oscillations électriques sont plus petites que celles du couple moteur. Si elles s'exagèrent, le couple moteur varie trop et la machine motrice travaille trop irrégulièrement. Les amortisseurs ne parviennent donc pas à corriger une trop grande irrégularité de la machine motrice.

Pour donner à cette formule une valeur tout à fait générale, nous devons encore examiner le cas où l'amortissement diminue les variations de puissance électrique (fig. 6 *a* à 6 *g*). Cela se produit quand ces variations sont plus grandes que celles du couple moteur, lorsqu'il n'y a pas

d'amortissement. Mais elles ne peuvent alors devenir plus petites que celles du couple moteur par un amortissement équivalent. Lorsque le couple moteur est trop irrégulier, les variations de puissance électrique adoucies par l'amortissement sont encore trop grandes. On conclut donc que : Un coefficient d'irrégularité trop élevé de l'effort tangentiel ne peut pas être rendu plus mauvais pour la marche en parallèle par un bobinage amortisseur, soit que l'amortissement augmente ou diminue les variations de la puissance électrique. Si, par contre, l'effort tangentiel de la machine est assez régulier et si la puissance électrique varie assez fortement, parce qu'on se trouve au voisinage de la résonance, un bobinage amortisseur diminuera les variations de la puissance électrique et si on réussit à faire l'amortisseur assez fort, on peut les réduire dans une grande mesure. Mais l'amortissement n'est pas là le seul moyen auquel on puisse avoir recours. Un accroissement des masses d'inertie, ou un changement de la force de direction par changement de l'excitation ou par l'introduction de bobines à réactance ou par le changement du nombre de bobines d'induit, donne le même résultat.

Les oscillations de la roue polaire sont par contre toujours diminuées par l'amortissement mais il est nécessaire de déterminer dans chaque cas l'importance de cette réduction.

*Appendice.*

Une représentation graphique intéressante peut mettre en lumière ces conclusions. Dans les figures 2 ont été représentées la position, la vitesse et l'accélération de la roue polaire en fonction du temps ; mais on peut obtenir le diagramme des forces (fig. 8) en éliminant le temps des expressions du diagramme cinétique. Il faut donc remplacer $\sin(\omega t + \beta)$ par $\frac{y}{Y}$ et $\cos(\omega t + \beta)$ par $\sqrt{1 - \left(\frac{y}{Y}\right)^2}$. Il est à remarquer cependant que cette représentation n'a de valeur que pour un état bien déterminé du fonctionnement, avec par conséquent des oscillations stationnaires (cette remarque d'ailleurs s'applique à tous les diagrammes). Dans la figure 8, les couples sont représentés en fonction de la distance angulaire $y$. Le point O correspond à la position nulle (par rapport à la marche en charge), en A la roue polaire a atteint le point maximum de son oscillation dans le sens de la rotation, au point B, le point maximum en sens opposé. On représente donc dans cette figure l'expression :

$$T\omega^2 y = s - Wy - D\omega\sqrt{Y^2 - y^2}.$$

Le couple résistant synchrone et le couple d'accélération ont ceci de commun : 1° ils sont fonction linéaire de la position de la roue polaire ; 2° ils agissent tous deux pour une position donnée de la roue polaire, tantôt dans le sens du mouvement, tantôt dans le sens opposé. Au contraire le couple amortisseur est une fonction à deux variables de la position de la roue polaire et il agit toujours en sens opposé du mouvement.

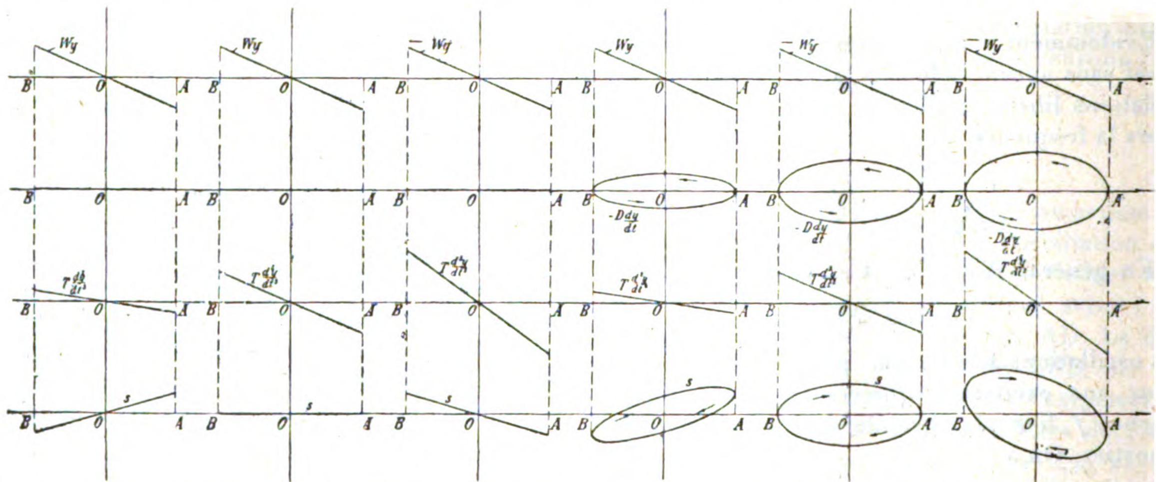



Fig. 8. — Nota. — La gauche de la figure se rapporte à des oscillations non amorties, et la droite à des oscillations amorties, pour diverses valeurs du couple d'inertie.

Le couple moteur $s$ est représenté par :

$$s = \frac{S\cos(\alpha-\beta)}{Y}y + \frac{S\sin(\alpha-\beta)}{Y}\sqrt{Y^2-y^2}$$

Avec des oscillations non amorties $\sin(\alpha-\beta)=0$.

Avec des oscillations lentes non amorties, le couple moteur tend à écarter la roue polaire de la position de charge nulle (point O) et, au contraire, avec des oscillations rapides et non amorties également, il tend à la ramener dans cette position [1].

L. G.

***Un nouveau système de freinage automatique pour moteurs électriques.* — Martin-Kallmann.** — Mémoire lu au Congrès du *Verband Deutscher Elektrotechniker*, à Hambourg, juin 1907.

Comme on le sait, il existe une grande analogie entre les deux problèmes du démarrage et du freinage des moteurs électriques, mais à cause de la plus grande rapidité nécessaire pour la manœuvre des freins, le dernier problème offre en pratique des difficultés plus sérieuses, surtout lorsqu'il s'agit de commandes automatiques. Aussi a-t-on renoncé, dans beaucoup de cas, au freinage électrique par mise en court-circuit des moteurs.

Pour réaliser ce freinage, l'auteur a eu l'idée d'employer le procédé qu'il a précédemment décrit pour le démarrage des moteurs [2] ; ce procédé consiste à employer comme résistances des conducteurs possédant un coefficient de température élevé comme le fer, et à maintenir ainsi le courant engendré sensiblement constant malgré la variation de vitesse. Les rhéostats constitués de cette manière se présentent sous la forme de grosses lampes-tubes, semblables (aux dimensions près) aux résistances des lampes Nernst, et remplies d'hydrogène. La figure 1 représente un modèle puissant établi par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft ; les dimensions sont données sur la figure en millimètres. Un tel *variateur* absorbe normalement une puissance de 1 kilowatt (10 ampères sous 100 volts) qui peut être doublée éventuellement : la resistance de 1 ohm à froid s'élève jusqu'à 10 ohms à chaud.

Les variateurs de grande puissance agissent avec une plus grande paresse que les autres ; c'est ainsi que ceux de 100 à 200 watts ne demandent que 1/10 de seconde pour être portés au rouge lorsqu'ils sont soumis à la tension totale, tandis que ceux de 1 kilowatt exigent 1 seconde. Finalement l'on devra choisir, suivant les cas, le type de variateurs, en en mettant au besoin plusieurs en parallèle. Par exemple, pour un moteur de dérivation de 4 H. P. avec faible inertie, ayant une vitesse normale de 1 000 tours, l'on emploiera 4 variateurs de petit modèle en parallèle.

Dans ces conditions, lorsqu'on fait agir le frein en vitesse, le moteur s'arrête complètement après avoir effectué seulement une rotation de 4 tours, et cela sans qu'il se produise d'étincelles au collecteur. Au début du freinage, les résistances viennent au rouge vif, mais l'accélération négative est si élevée, que cela ne présente aucun danger. L'arrêt se fait sans chocs et le freinage pourrait être rendu encore plus énergique en augmentant ce nombre de variateurs en parallèle. Au contraire, pour un moteur de même puissance, mais présentant une grande inertie, il serait préférable d'employer un seul variateur du type de la figure 1. Dans ce deuxième cas, en effet, des variateurs trop sensibles, l'accélération négative étant moins élevée, augmenteraient de résistance dès le début du freinage et réduiraient rapidement le courant engendré par le moteur fonctionnant en génératrice ; finalement le freinage serait ainsi moins énergique. En pratique, deux types de variateurs suffisent à tous les cas.

Le fonctionnement de ce mode de freinage automatique se trouve éclairci par le diagramme de la figure 2.

Au début du freinage, le courant atteint une valeur élevée, mais les résistances augmentant rapidement de valeur dès qu'elles s'échauffent, le courant passe promptement de la valeur $a$ à la valeur $b$.

A partir de cet instant, le courant reste à peu près constant car, au fur et à mesure que la vitesse diminue, et que par suite le courant J tend à s'affaiblir, les résistances diminuent de valeur en se refroidissant. Il arrive cependant un mo-

(1) Les ordonnées des quatre divisions horizontales de la figure 8 se rapportent respectivement aux couples synchrone, asynchrone, d'inertie et moteur.

(2) *Elektrotechnische Zeitschrift*, des 9 et 16 mai 1907, p. 495 et 518.

ment $c$ où, les résistances ayant atteint leur valeur minima, la vitesse diminue encore ; à partir de ce point, très près d'ailleurs de l'arrêt complet, le courant J décroît jusqu'à zéro suivant $cd$.

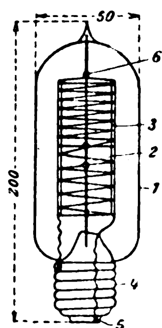


Fig. 1.

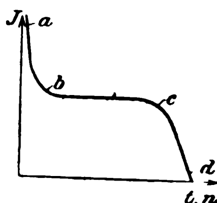


Fig. 2.

L'on peut réduire la valeur initiale du courant en intercalant une résistance constante en nickeline, etc., mais cette résistance ne sera pas utile en général,

Enfin, pour dissiper la chaleur plus rapidement et réduire les dimensions des variateurs, l'on peut les plonger dans de l'huile, de la glycérine, etc. D'ailleurs, l'emploi de l'hydrogène facilite beaucoup le refroidissement.

La figure 3 représente une disposition applicable à un moteur shunt, dont 7 est l'induit et 8 l'inducteur ; 11 est le rhéostat de démarrage ordinaire, et lorsque l'on place le levier 12 dans la position figurée en pointillé, le circuit de freinage se trouve fermé par le contact 13, 14 et les variateurs 9 et 10 ; une portion du rhéostat 11 est alors intercalée dans ce circuit. Au lieu de ce schéma, l'on peut simplement monter en série avec les variateurs une résistance fixe, comme il a été dit plus haut, et ne pas se servir d'une portion du rhéostat 11.

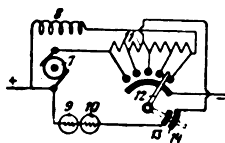


Fig. 3.

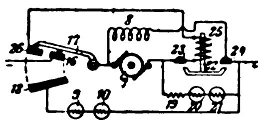


Fig. 4.

La figure 4 représente un montage employant également des variateurs pour le démarrage, ce qui rend celui-ci automatique.

Lorsque le commutateur 17 se trouve dans sa position marquée sur la figure, le courant peut passer dans l'induit mis en série avec les variateurs 20, 21 et le moteur démarre. Dès que la tension aux bornes de l'induit a atteint une valeur suffisante, le relai 22, monté entre ces bornes, court-circuite les variateurs et le moteur fonctionne normalement. Si l'on place le levier 17 sur le plot 18, le courant de la ligne est coupé, et le moteur fonctionne en génératrice sur les résistances 19, 20, 21, 9, 10.

Ces deux dernières ne sont pas obligatoires et, même dans certains cas, l'on peut faire aboutir le conducteur venant de 18 à un point intermédiaire quelconque de la série des résistances et variateurs de démarrage. Enfin, l'on peut également prévoir plusieurs touches de freinage au commutateur 17, et combiner celui-ci avec un inverseur de marche.

La figure 5 se rapporte à un moteur série ; 7 et 8 représentent encore l'induit et l'inducteur, et le commutateur 41, 42 permet, soit d'alimenter le moteur par le réseau, soit de le faire travailler en génératrice sur les variateurs 19, 20, 21. Avec un moteur-série l'on doit prévoir un inverseur 36, 47 pour renverser l'excitation au moment d'opérer le freinage. Naturellement l'on peut adapter au moteur-série les perfectionnements indiqués plus haut à propos du moteur shunt.

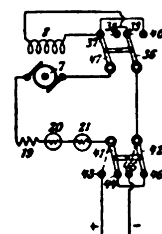


Fig. 5.

Avec les moteurs à champ tournant, les variations peuvent encore servir pour le freinage par renversement de marche, et ils permettent en outre des démarrages très doux.

Pour les ascenseurs, l'on a coutume d'adjoindre un frein électro-magnétique au freinage par court-circuit. De même, pour le freinage des trains, l'on se sert du courant ainsi engendré pour actionner des électro-aimants de freinage. Dans ces deux cas, l'emploi des variateurs est avantageux ; en effet, l'inconvénient le plus souvent reproché au freinage électrique par court-circuit, provient d'une manœuvre trop lente ou trop rapide de la manivelle du combinateur sur les plots de freinage. L'on emploiera alors des variateurs grand modèle et un peu lents à agir ; en pratique les combinateurs ne comportent que 3 à 6 plots de freinage et les variateurs suffisent

largement entre de telles limites, pour maintenir constant l'effort retardateur, en conservant la commande à main pour rendre l'arrêt moins brusque.

L'on peut enfin, dans tous les cas, prévoir un relai très simple à minima qui court-circuite les résistances, une fois que la tension aux bornes du moteur est tombée au-dessous d'une certaine valeur.

En résumé, grâce à sa grande simplicité et à son excellent fonctionnement, le système de freinage automatique qui vient d'être décrit peut recevoir de nombreuses applications.

A. B.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Résistance à vide et en court-circuit des câbles à courant alternatif,*** par **C. Breitfeld** (*fin*) (¹).

On peut écrire :

$$-\varphi_x^0 = \beta + \text{arc tg}\,\frac{b}{a} - 38{,}2\,abx^2 \qquad (4)$$

si on remarque que le terme négatif du dénominateur de la fraction peut être négligé devant l'unité. Les valeurs de $\varphi_x^0$ suivent donc une loi simple jusqu'à une longueur critique qui peut être déterminée par la valeur précédente de $x$ (éq. $\gamma$). Si on se reporte ensuite à l'équation (1) pour $f(x)$, on voit que pour $\frac{b}{a} < 1{,}19$ la valeur $x = \frac{1}{2a}$ représente encore une limite de proportionnalité suffisante pour l'amplitude. La valeur de $x$ tirée de l'équation ($\gamma$) donne pour $\frac{b}{a} < 1{,}19$ une valeur constamment $< \frac{1}{2a}$. Puisque pour notre longueur critique, la phase et l'amplitude doivent être considérées, il est clair que nous calculerons la longueur critique de l'égalité ($\gamma$) pour $\frac{b}{a} < 1{,}19$. De même, pour $\frac{b}{a} > 1{,}19$ les longueurs tirées de l'équation ($\alpha$) sont toujours plus petites que celles qui sont obtenues par l'équation ($\gamma$). Pour $\frac{b}{a} > 1{,}19$ nous calculerons donc la longueur critique de l'équation ($\alpha$). On devrait s'attendre, d'autre part, à trouver, pour $\frac{b}{a} = 1{,}19$, la même valeur de $l$ par les équations ($\alpha$) et ($\gamma$). Il y a cependant une différence de quelques %. La cause de cette différence est très claire puisqu'on a considéré les choses à des points de vue différents dans les deux développements. On pourrait d'ailleurs modifier l'équation ($\gamma$) pour que cette différence disparaisse. On devrait admettre pour cela que le dénominateur du troisième terme de $\varphi_x^0$ est $< 0{,}115$ et on aurait une erreur maximum de 4/10 % pour l'angle de phase. Mais puisqu'une aussi grande exactitude que possible est nécessaire pour l'angle de phase, il vaut mieux conserver la première relation. Il résulte de tout ceci, qu'on peut construire très simplement la courbe de l'angle $\varphi_x^0$ jusqu'à la longueur critique. $\varphi_x^0$ décroît à partir de la valeur arc tg $\frac{b}{a} + \beta$ en suivant une parabole dont la distance focale est $\frac{1}{4 \times 38{,}2ab}$. On établirait un raisonnement analogue pour la recherche de l'angle $\varphi_x^k$. On a

$$\varphi_x^k = \zeta - 2\beta$$

où

$$\text{tg}\,\zeta = \frac{\dfrac{e^{ax}\sin(bx+\beta) + e^{-ax}\sin(bx-\beta)}{e^{ax}\cos(bx+\beta) + e^{-ax}\cos(bx-\beta)} - \dfrac{e^{ax} - e^{-ax}}{e^{ax} + e^{-ax}}\,\text{tg}\,bx}{1 + \dfrac{e^{ax} - e^{-ax}}{e^{ax} + e^{-ax}}\,\text{tg}\,bx\,\dfrac{e^{ax}\sin(bx+\beta) + e^{-ax}\sin(bx-\beta)}{e^{ax}\cos(bx+\beta) - e^{-ax}\cos(bx-\beta)}},$$

$$\text{tg}\,\zeta = -\text{tg}\,\varphi_x^0 \qquad \text{et} \qquad \zeta = -\varphi_x^0 = \zeta + \beta$$

et on tire de là

$$\varphi_x^k = \text{arc tg}\,\frac{b}{a} - \beta - 38{,}2\,abx^2 \qquad (5)$$

ce qui donne un développement tout à fait analogue à celui indiqué précédemment pour l'angle $\varphi_x^0$ [formule (4)].

Les quatre grandeurs trouvées pour $\mathfrak{W}_x^0$, $\mathfrak{W}_x^k$, $\varphi_x^k$ et $\varphi_x^0$ sont obtenues par deux mesures sur une

(¹) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 19 octobre 1907, p. 93.

seule longueur assez faible, par exemple

$$x = 100 \text{ m.} = 0{,}1.$$

On peut simplement déduire de là toutes les autres grandeurs intéressantes.

On a par exemple

$$\frac{\mathfrak{W}^k_{0,1}}{\mathfrak{W}^o_{0,1}} = 0{,}01\,(a^2 + b^2).$$

Si, d'autre part, on remarque que pour $x = 0{,}1$ le troisième terme des valeurs de $\varphi$ peut être négligé, on a

$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg}\frac{\varphi^k_{0,1} + \varphi^o_{0,1}}{2}$$

d'où

$$a = 10\sqrt{\frac{\mathfrak{W}^k_{0,1}}{\mathfrak{W}^o_{0,1}} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2\frac{\varphi^o_{0,1} + \varphi^k_{0,1}}{2}}}, \quad (6)$$

$$b = 10\sqrt{\frac{\mathfrak{W}^k_{0,1}}{W^o_{0,1}} \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2\frac{\varphi^o_{0,1} + \varphi^k_{0,1}}{2}} \operatorname{tg}\frac{\varphi^o_{0,1} + \varphi^o_{0,1}}{2}} \quad (7)$$

$$\operatorname{arc\,tg}\frac{b}{a} = \frac{\varphi^o_{0,1} + \varphi^k_{0,1}}{2}. \quad (8)$$

De même :

$$m = \sqrt{\frac{1}{\mathfrak{W}^k_x \mathfrak{W}^o_x} \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2\frac{\varphi^o_{0,1} - \varphi^k_{0,1}}{2}}} \quad (9)$$

$$n = \sqrt{\frac{1}{\mathfrak{W}^k_x \mathfrak{W}^o_x} \frac{1}{1 + \operatorname{tg} 2\frac{\varphi^o_{0,1} - \varphi^k_{0,1}}{2}} \operatorname{tg}\frac{\varphi^o_{0,1} - \varphi^k_{0,1}}{2}} \quad (10)$$

$$\beta = \frac{\varphi^o_{01} - \varphi^k_{01}}{2}. \quad (11)$$

Et enfin de la relation

$$\frac{n}{m} = \frac{bw - as}{aw + bs}.$$

on tire

$$mn = \frac{1}{2}\,\frac{wk - sg}{n^2 + s^2}.$$

Par la combinaison des égalités $(2a)$ et $(3a)$ les grandeurs $w$, $s$, $g$ et $k$ sont obtenues et exprimés toutes en fonction de $\mathfrak{W}^o_x$, $\mathfrak{W}^k_x$, $\varphi^o_x$, $\varphi^k_x$.

Pour établir la caractéristique complète d'un câble et traiter les problèmes qui s'y rattachent dans les limites de la longueur critique, on suivra la marche suivante. On calcule tout d'abord les résistances $W^o_x$ et $W^k_x$ pour une faible longueur, par exemple 100 m. Ensuite par les formules 6 à 11, on calcule les valeurs $a$, $b$, $m$, $n$, arc tg $\frac{b}{a}$ et $\beta$. Avec ces grandeurs on peut calculer la longueur critique

$$\text{pour } \frac{b}{a} < 1{,}19 \qquad (\text{form. } \gamma)$$

$$\text{pour } \frac{b}{a} > 1{,}19 \qquad \text{form. } \alpha).$$

Pour obtenir le développement de $\mathfrak{W}^k_x$ on calcule

$$\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{m^2 + n^2}}$$

et on tire, à partir de l'origine, une droite qui fait avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est

$$\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{m^2 + n^2}}.$$

Les ordonnées de cette ligne donnent les amplitudes de la résistance de court-circuit à l'échelle des abscisses. Pour déterminer l'angle de phase, on construit d'un point A quelconque de l'axe des ordonnées pris comme sommet, une parabole dont l'équation est

$$x^2 = 2py$$

où

$$2p = \frac{1}{38{,}2ab}.$$

La distance focale du sommet est donnée par

$$AF = \frac{p}{2} = \frac{1}{152{,}8ab}.$$

Si on veut obtenir $y$ à une échelle assez grande, il faudra choisir assez petite l'échelle de $\frac{p}{2}$. Soit $\delta$ une valeur de $\frac{p}{2}$ nous écrirons

$$\frac{p}{2} = \left(\frac{\delta}{u}\right) \text{m/m} \qquad \text{donc} \qquad 2p = \frac{4\delta}{u}(\text{mm.})$$

et

$$y = \left(u\,\frac{x^2}{4\delta}\right) \text{m/m}\,;$$

$x$ sera exprimé en m/m. Par un choix conve-

nable de $u$ on peut obtenir une valeur de $y$ suffisamment grande. La valeur de l'ordonnée $y$ en degrés est

$$y^0 = \frac{x^2}{4\delta},$$

Si $\gamma$ est l'échelle de $x$ on a

$$1 \text{ km.} = \gamma (\text{mm.}).$$

et

$$y (\text{mm.}) = \frac{u\gamma^2}{4\delta} x^2$$

(où $x$ est en kilomètres).

$$y^0 = \frac{x^2}{4\delta} \qquad \text{et} \qquad 1^\circ = u\gamma^2 \text{ mm.}$$

De là résulte

$$\varphi_x^k = \text{arc tg} \frac{b}{a} - \beta - (y)^0.$$

Pour représetenr la résistance à vide, observons que

$$x \mathfrak{W}_x^o = \frac{1}{\sqrt{(a^2+b^2)(m^2+n^2)}} = \text{K}.$$

C'est une hyperbole équilatère dont le demi-axe est $\sqrt{2\text{K}}$. On peut donc construire cette hyperbole au moyen des asymptotes et du sommet

Si on a trouvé pour $\sqrt{2\text{K}}$ le nombre $\varepsilon$ on en déduit

$$\sqrt{2\text{K}} = \frac{\varepsilon}{\nu} \text{ mm.}$$

$$\text{et} \qquad \mathfrak{W}_o^x = \frac{\text{K}}{x} = \frac{\varepsilon^2}{2\nu^2} \cdot \frac{1}{\gamma x} \text{ mm.} = \frac{\text{K}}{\gamma\nu^2} \cdot \frac{1}{x} \text{ mm.}$$

On devra choisir pour $\nu$ un nombre compris entre 3 et 4.

La valeur des ordonnées de $\mathfrak{W}_x^o$ en ohms apparents est

$$\mathfrak{W}_x^o (\Omega) = \frac{\text{K}}{x} = \frac{\text{K}}{\gamma\nu^2} \frac{1}{x} (\text{mm.})$$

donc 1mm. des ordonnées $= \gamma\nu^2$ en ohms.

Pour déterminer $\varphi_x^o$ la parabole précédente suffit.

$$\varphi_x^o = \text{arc tg} \frac{b}{a} + \beta - y.$$

*Exemple.*

Pour le câble 1 (fig. 3) nous allons déterminer les diverses valeurs indiquées ici.

Les résistances $W_x^o$ et $W_x^k$ pour $x = 100$ m. sont :

$$W_x^o = 244\,600 \; e^{-i\,(89°51'22'')}$$
$$W_x^k = 0{,}1818 \; e^{-i\,(4°44'44'')}$$

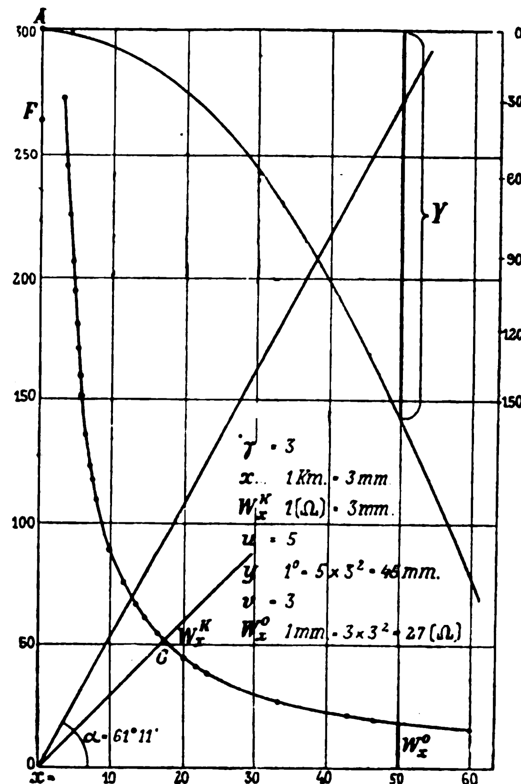



Fig. 3. — Résistances à vide et en court-circuit du câble I. Échelle 1/3.

et de là on tire

$$\mathfrak{W}_x^o = 244\,600 \qquad \text{et} \qquad \mathfrak{W}_x^k = 0{,}18184$$
$$\varphi_x^o = 89°51'22'' \qquad \varphi_x^k = 4°44'44''.$$

Ensuite on a :

$$\frac{b}{a} = \text{tg} \frac{\varphi_x^o + \varphi_x^k}{2} = \text{tg} (47°18'3'') = 1{,}084$$

$$a = 10 \sqrt{\frac{\mathfrak{W}_x^k}{\mathfrak{W}_x^o} \frac{1}{1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2}} = 5{,}846 \times 10^{-3}.$$

Et puisque $\frac{b}{a} < 1{,}19$ nous choisissons la formule et $\gamma$ nous obtenons

$$= \frac{10^3}{5{,}846} \sqrt{\frac{0{,}3}{2 \times 1{,}084 + 0{,}2 \times 0{,}1745}} = 63 \text{ km}.$$

Donc jusqu'à 63 km. notre câble 1 suit les lois simples.

D'autre part :

$$b = 1{,}084 \times 5{,}846 \times 10^{-3} = 6{,}335 \times 10^{-3}$$

$$\sqrt{a^2 + b^2} = 8{,}6204 \times 10^{-3}$$

$$\text{arc tg } \frac{b}{a} = 47°18'3''.$$

De plus

$$\beta = \frac{\varphi_x^o - \varphi_x^k}{2} = 42°33'19''$$

$$n = \text{tg}\,\beta \sqrt{\frac{1}{W_x^k W_x^o} \frac{1}{1 + \text{tg}^2 \beta}} = 3{,}207 \times 10^{-3}$$

$$m = \frac{n}{\text{tg}\,\beta} = 3{,}493 \times 10^{-3}$$

$$\sqrt{m^2 + n^2} = 4{,}742 \times 10^{-3}$$

D'où

$$\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{\sqrt{m^2 + n^2}} = 1{,}818 = \text{tg}\,\alpha$$

$$\frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}\sqrt{m^2 + n^2}} = 24460 = k.$$

$$\frac{p}{2} = \frac{1}{152{,}8ab} = 177 = \delta.$$

Pour la représentation graphique nous adoptons l'échelle $\gamma = 3$ comme abscisses. Donc 1 km. = 3 mm. Pour construire la parabole des phases nous choisissons $u = 5$ d'où

$$\text{AF} = \frac{177}{5} = 35{,}4 \text{ mm}.$$

De la parabole nous déduisons pour $y$,

$$1° = u\gamma^2 \text{mm.} = 5 \times 3^2 = 45 \text{mm}.$$

Pour $\mathfrak{W}_x^o$ nous utilisons comme demi-arc de l'hyperbole la grandeur $\sqrt{2K} = 221{,}2$ et soit $v = 3$ d'où

$$\text{OG} = 73{,}7 \text{ mm}.$$

Nous pouvons construire alors l'hyperbole et nous obtenons 1 millimètre (ordonnée) de

$$\mathfrak{W}_x^o = \gamma v^2 (\Omega) = 3 \times 3^2 = 27 \text{ ohms app.}$$

Entre les valeurs calculées par Roessler et les résultats obtenus par les courbes ci-dessus on trouve des différences absolument insignifiantes.

Voici enfin un tableau donnant les longueurs critiques des 8 câbles à 50 périodes

| N° DU CABLE | DIAMÈTRE EN MMQ. | $a$ | $\frac{b}{a}$ | $x = \frac{1 \text{ km.}}{2a}$ | $l$ km. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 × 10 | $5{,}835 \times \overline{10}^3$ | 1,086 | 86 | 63 |
| 2 | 3 × 16 | $4{,}726 \times \overline{10}^3$ | 1,130 | 105 | 76 |
| 3 | 3 × 25 | $3{,}928 \times \overline{10}^3$ | 1,186 | 127 | 89 |
| 4 | 3 × 35 | $3{,}338 \times \overline{10}^3$ | 1,253 | 150 | 75 |
| 5 | 3 × 50 | $2{,}780 \times \overline{10}^3$ | 1,352 | 180 | 71 |
| 6 | 3 × 70 | $2{,}309 \times \overline{10}^3$ | 1,491 | 216 | 69 |
| 7 | 3 × 95 | $1{,}929 \times \overline{10}^3$ | 1,662 | 259 | 68 |
| 8 | 3 × 120 | $1{,}658 \times \overline{10}^3$ | 1,841 | 310 | 68 |

*Résumé.*

Des développements qui précèdent, il résulte que si les résistances à vide et en court-circuit d'un câble à courant alternatif pour une faible longueur quelconque sont connues, on peut déduire par un procédé assez simple les mêmes valeurs pour d'autres longueurs comprises dans certaines limites.

La seule difficulté tient dans la mesure aussi exacte que possible de $W_x^o$ et $W_x^k$ en raison des faibles valeurs du courant et de la tension.

L. G.

***Relais à courants alternatifs basés sur le principe de Ferraris.*** — **R. David et K. Simons.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26 septembre 1907.

Les relais à courants alternatifs basés sur le principe de Ferraris sont actuellement très employés ; ils consistent, comme on le sait, à utiliser l'action de champs magnétiques sur un disque métallique, et sont analogues aux dispositifs employés pour les compteurs, la commande des lampes à arc, etc. Malgré cela, l'on a peu discuté les propriétés des diverses combinaisons réalisables et la formule du couple est souvent établie en supposant une distribution sinusoïdale des flux, ce qui n'est jamais le cas. Les auteurs se proposent de démontrer à nouveau cette formule, en faisant le moins d'hypothèses possible, et d'étudier ensuite les applications variées des relais ainsi constitués.

Leur démonstration de la formule du couple, qui ne nous semble pas d'ailleurs nouvelle, peut se résumer comme suit :

Soit $N_1 \sin \omega t$ et $N_2 \sin (\omega t + \chi)$ les deux flux magnétiques parallèles à l'axe du disque, et agis-

sant sur celui-ci ; à l'arrêt, ces deux flux sont engendrés respectivement dans le disque des courants fermés de la forme

$$i = I_1 \cos \omega t \quad \text{et} \quad i_2 = I_2 \cos(\omega t + \chi)$$

si l'on néglige la self-induction des circuits secondaires ainsi réalisés ; le couple va résulter de l'action du flux total sur ces courants et aura ainsi pour expression

$$C = [N_1 \sin \omega t + N_2 \sin(\omega t + \chi)][K_1 I_1 \cos \omega t + K_2 I_2 \cos(\omega t + \chi)]$$

$K_1$ et $K_2$ étant des constantes appropriées.

Le couple moyen est donc

$$C_m = K\omega N_1 N_2 \sin \chi$$

K étant une nouvelle constante, puisque $I_1$ et $I_2$ sont respectivement proportionnels à $\omega N_1$ et $\omega N_2$.

Lorsque le disque va tourner à la vitesse $v$, de nouveaux courants induits $j_1$ et $j_2$ proportionnels à cette vitesse vont prendre naissance et donner lieu à un nouveau couple (¹).

$$C' = -[N_1 \sin \omega t + N_2 \sin(\omega t + \chi)][K_1' j_1 + K_1' j_2]$$
$$= -[N_1 \sin \omega t + N_2 \sin(\omega t + \chi)][K_1'' N_1 v \sin \omega t + K_2'' N_2 v \sin(\omega t + \chi)]$$

d'où

$$C_m' = -v[K' N_2' + K'' N_2^2 + K''' N_1 N_2 \cos \chi]$$

Le couple résultant est donc

$$C_m + C_m' = K\omega N_1 N_2 \sin \chi - v[K' N_1^2 + K'' N_2^2 + K''' N_1 N_2 \cos \chi] \quad (1)$$

En pratique, dans l'application de ce principe aux relais l'on peut distinguer les cas suivants :

A. Le couple électromagnétique ainsi obtenu $\Gamma$ est équilibré par un couple mécanique M :

1° Le couple électromagnétique est proportionnel au carré d'une tension. Un tel relai s'applique par exemple aux disjoncteurs à minima, fonctionnant lorsque la tension tombe brusquement aux bornes d'un moteur. Normalement l'on a $\Gamma > M$ ; si l'on avait au contraire $M > \Gamma$, l'on obtiendrait un relai fonctionnant lorsque la tension dépasse une certaine valeur; cette disposition n'offre pas d'ailleurs un grand intérêt pratique.

(¹) Ce couple supplémentaire est négatif, comme il serait facile de le montrer ; dans le texte allemand, on lui a attribué le signe plus sans explications (N. D. T.).

Pour obtenir un couple proportionnel au carré de la tension, il faut que les flux $N_1$ et $N_2$ soient tous deux proportionnels à cette tension ; on arrive à ce résultat en produisant le flux $N_1$ par un enroulement branché en dérivation entre les bornes de l'appareil à protéger et en munissant les pôles de bagues de court-circuit obturant partiellement le flux provenant de cet enroulement de manière à obtenir un flux $N_2$ déphasé par rapport à $N_1$ (¹).

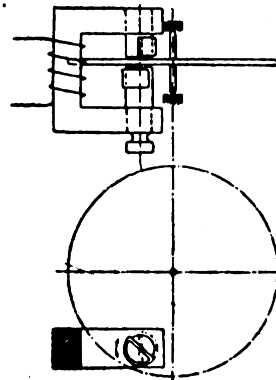


Fig. 1.

La figure 1 montre un dispositif semblable breveté par la Société Brown-Boveri (Brevet allemand n° 174 991) ; l'on voit que les pôles sont munis chacun d'une bague semi-circulaire en cuivre rouge qui produit un déphasage d'une partie du flux engendré par l'enroulement. Pour régler très aisément le relai avec une grande précision, le pôle inférieur peut tourner autour de son axe, de manière à ce que les deux bagues puissent à volonté produire des effets soit concordants, soit plus ou moins opposés.

2° Le couple électromagnétique est proportionnel au carré d'un courant. Le relai peut être employé pour des disjoncteurs à maxima ou à minima de courant et tout ce qui a été dit plus haut s'applique ici également.

3° Le couple est proportionnel au produit $EI \sin(\varphi + \delta)$, E et I étant la tension et le courant relatifs à un appareil quelconque, et $\varphi$ l'angle de décalage entre ces deux courants. L'angle

(¹) Ce dispositif dû primitivement à Benischke a été souvent employé pour des lampes à arc, etc.

$\delta$ voisin de $\frac{\pi}{2}$ est un angle constant de déphasage, provenant de l'appareil, entre la tension E et le courant qui circule dans l'enroulement monté en dérivation ; $\varphi + \delta$ est l'angle $\chi$ envisagé précédemment (¹). D'après ce principe, l'on peut construire un relai à maxima ou pour empêcher toute inversion de courant ; l'on a en réalité un wattmètre ou compteur du type Ferraris. Comme relai à maxima, ce dispositif a l'inconvénient de ne pas agir lorsque la charge est entièrement inductive ou lorsque E subit une baisse notable, et d'avoir un couple proportionnel à I et non à $I^2$ ; comme relai pour empêcher toute inversion de courant, il convient très bien, et se trouve utilisé par Brown-Boveri.

B. Deux couples électromagnétiques sont combinés avec un couple mécanique M :

1° Le couple $\Gamma_1$ proportionnel à $I^2$ est opposé au couple $\Gamma_2$ en $E^2$ (Brevet allemand n° 174218 des ateliers Felten-Guilleaume-Lahmeyer). Le couple M tend à faire agir le relai.

*a*) Si $\Gamma_1 + M > \Gamma_2$

le relai agit comme relai à maxima ;

*b*) Si $\Gamma_1 = \Gamma_2 = 0$

le relai agit comme relai à minima, lorsque le courant manque brusquement.

2° Un couple $\Gamma_1$ proportionnel à EI sin $\chi$ équilibre normalement la différence d'un couple $\Gamma_2$ en $E^2$ et d'un couple $M_1$ dû à un contrepoids agissant au moyen d'un fil et d'une poulie ; le relai fonctionne lorsque le disque moteur occupe l'une ou l'autre de ses deux positions limites, mais avant que le contact soit fermé, le disque tournant dans le sens du couple $\Gamma_2$, un nouveau poids soulevé par le premier vient ajouter un couple $M_2$ au couple $M_1$, par un dispositif analogue à celui utilisé dans la machine d'Atwood. Dans ces conditions, le relai agira comme relai à maxima, à minima, et à inversion de courant si l'on satisfait les conditions suivantes en marche normale :

*a*) $\Gamma_2 > M_1$

[afin que le relai n'agisse pas pour la marche à vide ($I = 0$), mais seulement lorsque la tension est nulle également] ;

*b*) $\Gamma_1 + M_1 > \Gamma_2$

[pour la tension normale et le courant qui doit entraîner l'ouverture de l'interrupteur] ;

*c*) $\Gamma_1 + \Gamma_2 > M_1 + M_2$

[pour que le relai fonctionne lorsque le courant est renversé].

Ce relai a encore les inconvénients signalés au A 3.

3° Un couple $\Gamma_1$ électromagnétique proportionnel à $I^2$ équilibre normalement un couple $\Gamma_2$ proportionnel à EI sin $\chi$ et un couple mécanique M (Brevet anglais 10172, 1906). L'on obtient ainsi un relai à maxima et à inversion de courant. Le couple M est très faible et ne sert qu'à maintenir le disque au repos. Ce relai a l'avantage de fonctionner aussi bien et même mieux lorsque la tension subit une baisse notable, ou lorsque le déphasage entre E et I est notable. Comme relai à maxima il est un peu moins énergique que le dispositif A2, puisque le couple antagoniste est proportionnel à I.

C. Enfin l'on peut combiner trois couples électromagnétiques $\Gamma_1$, $\Gamma_2$, $\Gamma_3$, proportionnels respectivement à $I^2$, $E^2$, EI sin $\chi$, avec un couple mécanique M. Normalement $\Gamma_1$ et M sont de même signe et équilibrés au delà par la somme $\Gamma_2 + \Gamma_3$ ; le disque moteur est ainsi maintenu à la position de repos. L'on se rend compte aisément qu'un pareil dispositif fonctionne comme relai à maxima, à minima (lorsque $\Gamma_1$, $\Gamma_2$, $\Gamma_3$ diminuent considérablement par suite d'une baisse de E) et empêche en outre toute inversion de courant ($\Gamma_3$ changeant alors de sens).

D'ailleurs tous les dispositifs qui précèdent peuvent éventuellement être transformés en disjoncteurs à action retardée, si le disque peut effectuer un nombre de tours suffisant avant d'établir les contacts, et s'il est freiné par un aimant permanent dont le couple retardateur s'ajoute au couple C' (formule 1).

J. B.

(¹) Le moteur constitue alors ainsi un véritable wattmètre donnant des couples proportionnels sensiblement à EI cos $\varphi$, et changeant de signe avec ce produit, l'angle $\delta$ étant voisin de $\frac{\pi}{2}$. Dans le cas présent, il est préférable de diminuer $\delta$, afin de rendre l'appareil aussi sensible que possible aux courants déwattés.

## OSCILLATIONS HERTZIENNES & RADIOTÉLÉGRAPHIE

***Emploi de l'arc chantant Poulsen pour la production d'oscillations électriques entretenues.*** — **J.-A. Fleming.** — Mémoire lu à la réunion du 14 Juin de la *Physical Society*, Londres.

L'auteur a eu l'occasion de réaliser quelques expériences intéressantes avec un appareil analogue à celui de M. Poulsen. L'électrode en charbon était soumise à un mouvement de rotation lent de 1 tour en 2 ou 3 minutes. Le champ magnétique ne dépassait pas 1000 C. G. S. et était d'environ 600 normalement. L'autre électrode, fixe, était formé par un bec en cuivre refroidi intérieurement par un courant d'eau ; l'arc était maintenu à l'arête supérieure du charbon par l'action de champ magnétique et affectait une courbure prononcée.

Le courant continu à 500-600 volts pouvait être réglé au moyen d'un rhéostat, et la tension continue aux bornes de l'arc s'élevait à 300-350 volts, pour un courant de 5 à 10 ampères pris au circuit d'alimentation.

Les électrodes étaient reliées à un circuit oscillant consistant en un condensateur, composé de plaques de métal séparées par une plaque en ébonite, et immergées dans de l'huile. La capacité était d'environ 0,00290 microfarad. En série avec le condensateur se trouvait naturellement une bobine de self-induction formée par 8 tours de fil isolé enroulés sur un cadre en bois de $0^m,60$ de côté ; la self-induction ainsi réalisée avait une valeur de 112 200 centimètres pour la haute fréquence. Une inductance auxiliaire composée de deux hélices parallèles comportant 8 spires chacune et ayant un diamètre de $3^{cm},2$, réunies par un contact glissant, servait à faire varier la self-induction du circuit à haute fréquence ; ces deux spirales complètes avaient une self-induction totale de 200 000 centimètres.

Pour un courant d'alimentation de 8 ampères, un ampèremètre inséré dans le circuit oscillant accusait un courant alternatif d'environ 5 ampères. D'après un voltmètre électrostatique monté aux bornes du condensateur, la tension efficace aux bornes de l'arc atteignait alors 1200 à 1500 volts.

Pour se rendre compte de la constance des oscillations ainsi obtenues, l'auteur a relié au point de jonction entre la capacité et la self-induction précédentes l'une des extrémités d'une longue hélice horizontale de 210 centimètres de long, $4^{cm},78$ de diamètre, comprenant 5470 spires, et enroulée sur un tube en ébonite, l'autre pôle étant libre ; à 45 centimètres au-dessous de cette hélice, était placée parallèlement une plaque en zinc d'égale longueur, reliée au deuxième pôle de la bobine de self-induction du circuit oscillant de Poulsen.

En réglant la self-inductance totale du circuit à une valeur de 215 000 centimètres environ, l'on constata l'existence d'ondes stationnaires puissantes dans l'hélice au moyen d'un tube à néon, et d'après les aigrettes exceptionnellement intenses à l'extrémité libre de l'hélice.

Lorsque l'on fait varier légèrement l'inductance du circuit oscillant, les étincelles disparaissent ; or, l'hélice considérée à une période propre d'environ $\frac{5}{10^6}$ de seconde d'après des mesures directes (¹), et en appliquant la formule classique de Thomson l'on obtient pour la période propre du circuit Poulsen :

$$T = 6,2832\sqrt{\frac{0,00290 \times 215000}{10^{15}}} = \frac{5}{10^6} \text{ environ.}$$

L'on en conclut qu'il y a accord pour le maximun d'effet entre les périodes propres du circuit oscillant et celle de l'hélice considérée comme un oscillateur ouvert.

Le tube à néon permet également de constater que les oscillations produites ne sont pas continues ; il suffit pour cela de l'agiter ou mieux de le faire tourner autour d'un axe au voisinage de l'hélice. Les irrégularités de la plaque lumineuse ainsi obtenue montrent que le tube s'éteint par instants, ce qui correspond nécessairement à des fortes variations de régime de l'arc. Ces irrégularités sont surtout prononcées à l'allumage et s'affaiblissent ensuite, mais il est impossible de les faire disparaître complètement.

Ces résultats sont confirmés par des essais effectués en supprimant l'hélice et en disposant parallèlement au cadre du circuit oscillant précédemment décrit, à 2 ou 3 mètres de distance, un autre cadre monté en série avec une self et

(¹) J.-A. Fleming. On the propagation of electric waves along spiral wires. *Phil. Mag.*, sér. 6, vol. VIII, p. 434, octobre 1904.

un condensateur. Si l'arc était absolument régulier, les oscillations ainsi produites par induction dans ce dernier circuit oscillant ne devraient pas agir sur un téléphone en série avec un détecteur à vide de l'auteur[1], et branché en dérivation aux bornes du condensateur ; en effet, le détecteur agit comme soupape et ne laisserait alors passer qu'un courant continu constant. L'on entend, au contraire, un son qui prouve l'interruption de ce courant, c'est-à-dire la formation de groupes irréguliers d'ondes séparés par de courts intervalles.

L'une des conditions de succès essentielles est la rotation de l'électrode en charbon qui empêche la formation d'un dépôt bulbeux, et donne une usure régulière. Au début de la marche, l'extrémité du charbon doit être taillée en plan, mais naturellement, elle s'arrondit légèrement par l'usure, ce qui d'ailleurs améliore la marche. Les charbons durs sont les meilleurs, et quant au gaz à employer, l'hydrogène pur donne de mauvais résultats ; le gaz d'éclairage est préférable, mais il s'altère assez rapidement, ce qui constituerait un grave inconvénient pour l'emploi à bord des navires. Le dépôt de suie est d'ailleurs très important, et nécessite un fréquent nettoyage ; pour l'atténuer, la circulation du gaz doit être assez rapide. Quant au champ magnétique, trop fort il souffle l'arc, et trop faible, il ne se produit plus d'oscillations puissantes.

Toutes ces difficultés, jointes au peu de constance des régimes, semblent rendre le présent procédé peu pratique pour la radiotélégraphie. D'ailleurs, des essais pour rendre l'arc autorégulateur n'ont pas abouti.

Pour obtenir une marche aussi régulière que possible, l'auteur a trouvé que l'on pouvait employer un arc alimenté par un réseau à 400 volts ou une dynamo de 5 K. W. à 500 volts, avec une chute de tension de 50 à 100 volts dans les résistances de réglage, pour un courant de 8 à 10 ampères.

La plus grande partie de l'énergie est dissipée en chaleur et se trouve absorbée par la circulation d'eau ; une portion est convertie en courants de haute fréquence, et une petite fraction seulement de cette dernière énergie est irradiée par l'antenne.

La puissance absorbée sous forme de courant continu par l'arc dans les essais atteignait 2632 watts ; dans le cas d'un oscillateur couplé directement, l'énergie émise E peut être calculée par la formule de Hertz :

$$E = \frac{16\pi^4 Q^2}{3\lambda^3} \text{ ergs par période,}$$

$\lambda$ étant la longueur d'onde, et Q le moment électrique. Si C est la capacité d'une des moitiés de l'oscillateur par rapport à l'autre, V la tension maxima entre ces moitiés, et $l$ la longueur effective, l'on a

$$Q = CVl.$$

D'autre part, I désignant la valeur maxima du courant, et $n$ la fréquence, l'on peut écrire

$$I = 2\pi n CV.$$

d'où

$$E = \frac{4\pi^2 I^2 l^2}{3\lambda^3 n^2} \text{ ergs par période.}$$

En remarquant que $\lambda n = u$ vitesse de propagation ($3 \times 10^{10}$ cm./sec.), et en passant aux unités pratiques, l'on trouve ainsi la valeur W de l'énergie émise par seconde

$$W = 40\pi^2 \times \frac{l^2}{\lambda^2} \times I^2 \text{ watts.}$$

En pratique, le rapport $\frac{\lambda}{l}$ est constant et égal sensiblement à 2, 5 pour un oscillateur simple ; si l'on adopte les valeurs efficaces pour le courant, l'on arrive donc finalement à la formule suivante, très curieuse par sa simplicité :

$$W = 128\, I^2_{eff}.$$

Pour $I_{eff} = 1$ ampère, l'on a par exemple $W = 128$ watts.

En pratique l'on emploiera donc des courants très faibles dans l'antenne lorsque l'on se servira d'ondes entretenues.

Une complète explication des phénomènes relatifs à l'arc de Poulsen ne peut encore être donnée.

Des expériences faites par M. W. L. Upson au *Pender Electrical Laboratory of University College*, à Londres, sous la direction de l'auteur, ont montré que la courbe caractéristique de l'arc

[1] J.-A. Fleming. Nouveau redresseur à vide. *Proceeding Royal Society*, 16 mars 1905. Mémoire analysé dans l'*Eclairage Electrique*, 24 juin 1905, tome XLIII, p. 465. (N. D. T.)

charbon-métal dans l'hydrogène est beaucoup plus tombante que celle de l'arc ordinaire à l'air.

M. Fleming attribue à cette propriété la possibilité d'obtenir des oscillations bien plus rapides dans le premier cas. Elle permet d'employer des capacités beaucoup plus faibles tout en produisant la même puissance.

Cette théorie est vérifiée par les résultats d'expériences effectuées sur des arcs à air libre charbon-charbon ou aluminium-charbon produits par de faibles courants et possédant par suite, comme on le sait, une caractéristique presque aussi tombante que celles des arcs puissants charbon-métal dans l'hydrogène ; dans ce cas, en effet, l'on obtient une fréquence relativement élevée.

Le rôle du gaz ambiant, hydrogène ou mieux gaz d'éclairage, sur cette caractéristique reste encore cependant à préciser.

J. B.

***Transformateur à fuites magnétiques et à résonance secondaire pour télégraphie sans fil.*** — Note de MM. **Gaiffe** et **Gunther,** transmise par M. d'**Arsonval.** — *Académie des Sciences,* séance du 30 septembre 1907.

La combinaison des fuites magnétiques et de la résonance secondaire donne dans les transformateurs des particularités de fonctionnement fort intéressantes en même temps que d'incontestables avantages :

1° Dans ces transformateurs, malgré la possibilité des fuites magnétiques, le circuit secondaire se laisse traverser sans aucune difficulté par le flux créé par l'enroulement primaire, car le flux secondaire est en phase avec le flux primaire lorsqu'on charge des capacités.

2° Du fait de la résonance qui s'établit entre les capacités à charger et l'enroulement secondaire, le flux qui traverse ce dernier enroulement croît à chaque période jusqu'à une valeur très supérieure au flux créé par l'enroulement primaire et qui n'est limitée que par la grandeur des pertes par effet Joule et par hystérésis et courants de Foucault.

3° Une surtension considérable apparaît donc au circuit secondaire, surtension analogue à celle que l'on obtient avec les transformateurs industriels ordinaires par le moyen d'une self-induction intercalée dans le primaire de ce transformateur.

4° Le supplément de flux secondaire apporté du fait de la résonance ne peut traverser le primaire qui lui fait écran magnétique, de sorte qu'aucune surtension n'est à craindre ni dans le primaire du transformateur, ni dans la source.

5° Il est donc possible de donner au noyau de fer du primaire du transformateur une section considérablement plus faible que celle nécessaire pour le noyau de fer secondaire puisque les flux qui les traversent sont très différents.

6° De tout ce qui précède il résulte qu'aucune des brusques variations du régime secondaire provoquées par l'éclatement des étincelles ne peut réagir sur le primaire du transformateur, ni sur la source qui l'alimente.

7° A cause des fuites magnétiques, une mise en court-circuit accidentelle du transformateur ne présente aucun danger ni pour le transformateur, ni pour la source.

## DIVERS

***Signal automatique électrique.*** — *Elektrotechnik und Maschinenbau,* 22 septembre 1907.

Pour donner à la locomotive le signal « voie libre » ou « prudence » au lieu d'avoir recours au sémaphore, M. Blachall propose l'appareil suivant qui a été essayé sur le Great Western Railway.

Au milieu de la voie, et parallèlement à sa direction, on dispose dans le sens de la voie, une longue pièce isolée A, de 12 à 18 mètres, qui peut être connectée à une batterie (16 éléments) mise à la terre au moyen d'un interrupteur $S_1$. Sur la locomotive, se trouve un électro-aimant qui est connecté d'une façon permanente par l'interrupteur $S_2$, à une batterie établie sur le véhicule, et, par ce moyen, l'armature de l'électro-aimant est retenue.

L'interrupteur $S_2$ est actionné par un petit levier L qui peut être soulevé par la pièce A lorsque la locomotive est à l'endroit du signal et de cette façon l'électro-aimant cesse d'agir. Lorsque la voie est libre, l'interrupteur $S_1$ est fermé par l'aiguilleur et le levier L reçoit du courant de la batterie fixe B; ce courant excite un second électro-aimant qui retient à son tour l'armature et aucun

signal n'est donné. Si, au contraire, la voie n'est pas libre, $S_1$ reste ouvert, le courant de l'électro-aimant est alors interrompu, dès qu'on arrive au-dessus de A. L'armature L ouvre le sifflet de vapeur et donne le signal d'arrêt.

Par un second électro-aimant E' on excite un relai polarisé qui agit sur une cloche. Le circuit de ce dernier peut être ouvert par le conducteur. Ce dispositif doit indiquer la direction dans laquelle la voie est occupée, et s'applique par suite dans le cas de simple voie.

L. G.

## BREVETS

### CONSTRUCTION DE MACHINES

***Régularisation de la vitesse des machines.* — H. Tudor.** — Brevet allemand, n° 183 322.

Pour maintenir constant le nombre de tours d'une machine, ou le modifier d'une façon quelconque, on dispose sur l'arbre une petite dynamo en dérivation, dont le champ est variable. Cette machine est en opposition avec une batterie d'accumulateurs et dans chacune des connexions positive et négative est disposé un clapet. Si la batterie et la machine ont même tension, aucun courant ne traverse les circuits. Si par suite d'un changement dans la vitesse, la machine donne une tension plus grande ou plus petite que celle de la batterie, celle-ci reçoit ou fournit du courant.

Le courant de charge traverse une bobine mise en dérivation sur l'un des clapets, tandis que le courant de décharge traverse la bobine dérivée sur l'autre. Les noyaux de ces bobines sont reliés à la valve d'alimentation de vapeur ou de gaz de telle sorte que, suivant que l'une ou l'autre bobine agit, la valve s'ouvre ou se ferme.

***Moteur d'induction.* — C.-P. Steinmetz.** — Brevet américain, n° 865 617, publié le 10 septembre.

Dans le cas où l'on a besoin d'un renversement de marche rapide (laminoirs, etc.), l'on peut employer un moteur d'induction en réglant la résistance des enroulements du rotor de manière à ce que le couple soit maximum pour le synchronisme négatif (glissement de 200 %). Un simple commutateur inverseur bipolaire suffit alors à la manœuvre et le moteur développe un couple de freinage énergique au moment où l'on renverse la marche. Pour combattre l'échauffement excessif qui résulte de ce mode d'opération, les barres de l'enroulement à cage d'écureuil sont constituées par des tubes dans lequels l'on établit une circulation d'eau au moyen d'une pompe aspirante rotative établie de manière à créer un vide partiel dans toute la canalisation, et remplacer ainsi les fuites d'eau éventuelles par une rentrée d'air. L'eau aspirée d'un réservoir pénètre par l'arbre, qui est creux, circule dans les bagues et les barres, puis au moyen d'un collecteur spécial, va à la pompe et enfin retourne au réservoir. Grâce à ce refroidissement artificiel, l'on peut réduire notablement le volume et par conséquent le moment d'inertie du rotor.

***Survolteur pour courant alternatif.* — Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.** — Brevet allemand, n° 183035.

Pour régler automatiquement la tension en un point déterminé d'un réseau monophasé, l'on se sert d'une machine monophasée Z à balais en

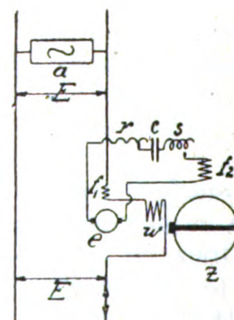



Fig. 1.

court-circuit genre Atkinson (fig. 1) dont l'enroulement du travail $w$ est en série avec le réseau, et dont l'enroulement d'excitation $f_2$ est alimenté par une petite excitatrice $e$. Cette excitatrice est pourvue d'un enroulement d'excitation $f_1$ parcourue par le courant total, et le circuit $ef_2$ contient des impédances ou capacités $r$, $s$, $c$ convenables de manière à pouvoir régler la phase du courant d'excitation de la machine Z par rapport au courant total. Dans ces conditions, si l'on entraîne cette machine Z, il prend nais-

sance dans l'enroulement une tension proportionnelle au courant total, et dont la phase par rapport à ce courant est réglable et peut être voisine ou égale à $\frac{\pi}{2}$. L'on peut donc compenser une chute de tension ou même réaliser une surcompensation.

***Moteur-générateur.* — H. Leitner.** — Brevet anglais, n° 13782, publié le 29 août.

Lorsqu'un groupe moteur-générateur est relié à un réseau de traction à courant continu, les variations de voltage de celui-ci influent sur la vitesse du moteur et par suite sur la tension de la génératrice. Pour remédier à cet inconvénient, en série avec l'excitation shunt de cette dernière se trouve l'induit d'une petite dynamo calée sur l'arbre et dont la force électromotrice se retranche de la tension aux bornes du réseau secondaire. L'inducteur de cette machine auxiliaire étant lui-même en série avec l'enroulement d'excitation du moteur, lorsque, par exemple, la tension du réseau primaire diminue, la force électromotrice de cette machine diminue également et l'excitation de la génératrice se trouve ainsi renforcée, ce qui compense la chute de vitesse du groupe. Les phénomènes inverses se produisent lorsque la tension primaire augmente. En outre, la génératrice est munie d'un enroulement supplémentaire magnétisant parcouru par le courant primaire et renforçant ainsi son excitation lorsque le courant augmente.

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

***Système de limiteur de courant pour installations à forfait.* — Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.** — Brevet allemand n° 186 592.

Dans les limiteurs de courant ordinaires, actionnés par un électro-aimant en série avec le circuit [1], lorsque l'intensité dépasse une certaine valeur, les oscillations de l'interrupteur deviennent très rapides, et les lampes continuent à briller assez fortement, sans que les interruptions se sentent d'une manière sensible dans la lumière. Pour remédier à cet inconvénient, l'on emploie pour la manœuvre de cet interrupteur un électro-aimant dont l'armature est sollicitée par un ressort à oscillations isochrones de manière à ce que la fréquence des interruptions ne soit pas plus élevée pour les courants très intenses que pour les courants qui doivent déterminer le fonctionnement de l'appareil.

## ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Four à carbure de calcium.* — A.-J. Petersson.** — Brevet américain n° 858 623 (1907).

Une chambre en forme de cône renversé est munie de deux électrodes verticales dirigées suivant l'axe, et le charbon est introduit sous forme de colonne centrale également tronconique entourant et réunissant les deux électrodes ; la chaux remplit l'espace disponible entre la colonne de charbon et les parois du four. Une circulation d'air est faite au moyen d'un ventilateur afin de brûler le CO produit. Cette disposition a pour but de protéger les électrodes en carbone de tout contact direct avec la chaux et d'empêcher ainsi leur usure.

***Joint pour électrodes en carbone.* — E.-J. Tone.** — Brevet américain n° 863 674 (1907).

Pour les fours électriques, il est souvent avantageux de former les électrodes en graphite par deux ou plusieurs cylindres superposés et assemblés ensemble ; de cette façon, l'on peut ajouter un nouveau cylindre au fur et à mesure de l'usure des électrodes. Pour obtenir un assemblage de faible résistance ohmique et d'une grande solidité, l'inventeur propose l'emploi d'électrodes cylindriques en graphite terminées par deux cônes filetés, l'un mâle et l'autre femelle. En vissant le cône mâle fileté appartenant à une des électrodes cylindriques dans le cône femelle appartenant à une autre électrode, l'on arrive ainsi au but proposé.

---

[1] Voir par exemple la description du basculateur magnétique Estrade, *Éclairage Électrique*, 3 août 1907, tome LII, page 160 (E. Gaïsset. Les réseaux électriques de la Société Méridionale de Transport de Force).

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Praktische Hand buch der Drahtlosen Telegraphie und Telephonie*** *(Traité pratique de télégraphie et de téléphonie)*, par **J. Zacharias et H. Heinicke**. — Un vol. in-12 de 248 pages avec 78 figures. — A. Hartleben, éditeur, à Vienne. — Prix : broché, 4 M.

Le but de ce petit ouvrage est de présenter une description des divers dispositifs de radio-télégraphie et téléphonie imaginés pendant ces dernières années pouvant présenter un intérêt pratique. Toute étude théorique est écartée ; et l'on n'y trouve qu'un résumé rapide des principes fondamentaux de ces applications des ondes électriques.

A notre avis, l'on peut formuler quelques critiques à ce sujet : en effet, pour les lecteurs désireux d'acquérir quelques notions sur la télégraphie sans fil, il serait évidemment préférable de développer davantage l'exposé de ces principes aux dépens de descriptions de dispositifs présentant un intérêt d'ordre restreint ; au contraire, pour les techniciens ayant besoin de renseignements pratiques, et auxquels d'ailleurs, semble, dans l'esprit des auteurs, s'adresser plus particulièrement le présent traité, des indications sur le calcul pratique des divers éléments sembleraient plus utiles. (En fait ces renseignements se résument en quelques formules pour le calcul des inductances et des capacités données à la fin du volume).

L'ouvrage présente cependant un réel intérêt grâce à la description d'un certain nombre de dispositifs (un peu trop sommaire peut-être pour quelques-uns). Un paragraphe assez long se rapporte au curieux transformateur à accouplement « statique » pour haute fréquence, dû à l'un des auteurs, M. Heinicke, et basé sur l'induction électrostatique. La description sommaire de quelques installations est également intéressante ; l'on remarquera notamment une station originale de radiotélégraphie, située près de Berlin, pour laquelle l'on a utilisé 4 hautes cheminées d'usine, disposées en carré, comme supports des fils d'antenne.

P. S.

***Les automobiles et leur moteur***, par le ***lieutenant* de Chabot**. — 1 vol. gr. in-8 de 326 pages avec 171 figures. — E. Bernard, éditeur, Paris. — Prix : broché, 7 fr. 50.

Ainsi que l'annonce l'auteur dans sa préface, cet ouvrage est avant tout un livre de vulgarisation. Il est certain que des efforts très louables ont été faits par lui dans ce but, et que l'on y trouve certaines descriptions remarquablement claires ; toutefois, il est regrettable que quelques erreurs se soient glissées dans le texte.

C'est ainsi, par exemple, que dans la première partie, de beaucoup la plus importante, réservée aux voitures à essence, les embrayages hydrauliques ou par tension de courroie sont regardés comme pouvant remplacer le changement de vitesse à engrenages, ou que la puissance d'un moteur à pétrole est donnée par la formule $P = 4D^2ln$, $n$ étant le nombre de tours à la minute, D et $l$ l'alésage et la course en *millimètres*. Il serait facile dans ces conditions de trouver pour un simple moteur de $100 \times 100$ mm. une puissance de quelques millions de chevaux ! Même erreur pour la puissance des machines à vapeur.

Enfin dans la dernière partie, traitant des voitures électriques, se trouvent quelques confusions ou conceptions bizarres, notamment à propos des pertes dans les moteurs et du rôle des résistances, et il nous paraît bien inutile d'apprendre que les moteurs sont excités en série ou en dérivation, sans que l'on nous dise ce que c'est qu'un induit.

En résumé, ce livre possède de réelles qualités de clarté et de simplicité dues sans doute en partie à ce que l'auteur n'est pas un professionnel, mais qu'il a cherché uniquement à se faire quelques idées simples sur le sujet et à les exposer. L'ouvrage eût toutefois beaucoup gagné à être relu par un technicien.

J. B.

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 2 Novembre 1907. 14e Année. — N° 44.

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



# SUR LE TRANSFORMATEUR A RÉSONANCE *(Suite)* (1)

## I. — Résonance par le primaire.

### A. — *Étude graphique rigoureuse.*

Le cas où la résonance est obtenue au moyen d'une self primaire est extrêmement intéressant pour les applications pratiques, car il rend possible un réglage très aisé pour des capacités variables. D'autre part, c'est le seul procédé qui semble admissible pour établir des installations puissantes, sans être obligé de grouper en parallèle plusieurs transformateurs. Le transformateur doit alors être calculé d'une manière spéciale, et, dans ce but, l'on peut utiliser une méthode approximative que nous étudierons plus loin ; l'étude rigoureuse de ce procédé est cependant très importante, car elle permet d'expliquer certaines particularités que l'on rencontre dans les essais, et nous commencerons par en faire une brève exposition. En se servant de la méthode graphique, cette étude est d'ailleurs très simple, comme on pourra en juger par ce qui suit, et, d'autre part, elle conduit aisément à la démonstration de quelques propriétés générales non établies par les auteurs précités.

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 26 octobre 1907, page 115.

En séparant les termes en $L_1$ des autres, la formule (5) peut s'écrire ([1])

$$\left.\begin{aligned} ME_1 = & \left[- CR_1R_2 - M^2\omega^2C + L_1(L_2C\omega^2 - 1)\right] U_2 \\ & - \left[\frac{R_1}{\omega}(L_2C\omega^2 - 1) + CR_2L_1\omega\right] U_2 j \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Soit $OU_2$ (fig. 2) la direction de $U_2$ ; portons sur OA le segment négatif $(CR_1R_2 + M^2\omega^2C)U_2$,

Fig. 2. — Épure pour l'étude de la résonance par le primaire.

puis, suivant la perpendiculaire AB le segment $-\frac{R_1}{\omega} \times (L_2C\omega^2 - 1)U_2 j$, en adoptant comme sens de rotation pour le diagramme le sens inverse des aiguilles d'une montre ; l'on supposera tout d'abord que l'inégalité

$$L_2C\omega^2 - 1 > 0$$

est satisfaite, ce qui est, comme on le verra par la suite, le cas le plus ordinaire.

Répétant la même construction pour les termes dépendant de $L_1$, traçons enfin en tenant compte des signes, les segments

$$BC = L_1(\omega^2L_2C - 1)U_2 \quad \text{et} \quad MC = -CR_2L_1\omega U_2 j \quad \left(\text{décalé de } \frac{\pi}{2} \text{ en arrière de } U_2\right).$$

En comparant le polygone ainsi obtenu avec la formule (6) l'on constate immédiatement que le vecteur résultant OM est égal en valeur absolue à $ME_1$ et se trouve en phase avec

---

([1]) Au lieu de la méthode symbolique, l'on peut évidemment arriver à l'équation (6) et par conséquent aux constructions graphiques suivantes par la méthode ordinaire, en remplaçant par exemple dans les égalités (4) le symbole $j$ par $\frac{d}{dt}$, et en suivant la même marche, tout en se rappelant que pour des fonctions sinusoïdales en $\omega t$ l'on a : $\frac{dx^2}{dt^2} = -\omega^2 x$. L'avantage de la méthode symbolique est de réduire les raisonnements et calculs au strict nécessaire, et nous croyons que, combinée avec la méthode graphique, elle permet la discussion des problèmes les plus complexes rencontrés dans l'étude des courants alternatifs.

$E_1$. Si l'on divise alors toutes les lignes de la figure par $U_2$, l'on peut écrire (en valeur absolue) :

$$OM = \frac{ME_1}{U_2}$$
$$OA = C(R_1R_2 + M^2\omega^2)$$
$$AB = \frac{R_1}{\omega}(L_2C\omega^2 - 1)$$
$$BC = (L_2C\omega^2 - 1) L_1$$
$$CM = CR_2\omega L_1$$

et les variations du vecteur OM inversement proportionnel à $U_2$ permettront de suivre facilement les variations de cette tension en grandeur et en phase (1).

Supposons en effet que l'on modifie la valeur de la self $L_1$ ; le triangle AOB dont les côtés sont indépendants de $L_1$ reste fixe. Quant au triangle rectangle BCM, dont les deux côtés BC et CM sont proportionnels à $L_1$, c'est-à-dire dont l'angle $MBC = \beta$ reste constant $\left(\operatorname{tg}\beta = \frac{C\omega R_2}{L_2C\omega^2 - 1}\right)$, il reste semblable à lui-même lorsque la self primaire varie, et le point M se déplace sur une droite fixe BX.

Dans ces conditions, la discussion est des plus faciles ; l'on voit immédiatement que le minimum du vecteur OM, c'est-à-dire le maximum de $U_2$, a lieu lorsqu'il coïncide avec la perpendiculaire OH abaissée du point O sur BX ; il y a alors *résonance*.

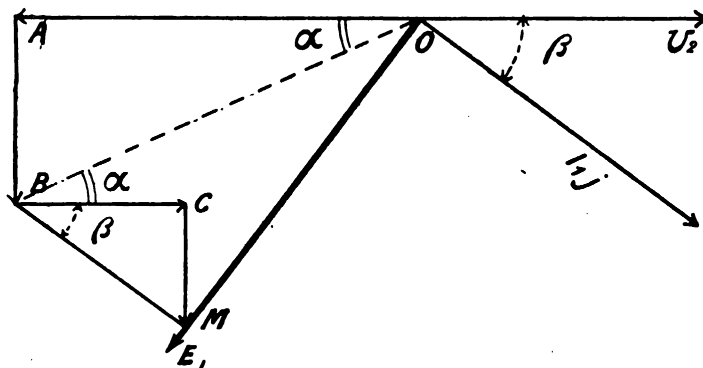



Fig. 3. — Régime de la résonance par le primaire.

La valeur de $L_1$ correspondante est calculée aisément au moyen du triangle rectangle OMB (fig. 3), dans lequel l'angle OBM est manifestement égal à $\alpha + \beta$.

$$\begin{aligned} BM &= BO\cos(\alpha+\beta) \\ &= BO\cos\alpha\cos\beta - BO\sin\alpha\sin\beta \\ &= AO\cos\beta - AB\sin\beta. \end{aligned}$$

D'où finalement

$$L_1\sqrt{(\omega^2L_2C - 1)^2 + R_2^2C^2\omega^2} = (R_1R_2 + M^2\omega^2)\,C\cos\beta - \frac{R_1}{\omega}(\omega^2L_2C - 1)\sin\beta$$

(1) Bien entendu, l'on peut également se donner $U_2$ et chercher le minimum de $E_1$ ; la discussion et les calculs suivants ne subissent néanmoins aucune modification.

et, toutes réductions faites,

$$L_1 = \frac{M^2\omega^2 C(\omega^2 L_2 C - 1)}{(\omega^2 L_2 C - 1)^2 + R_2^2 C^2 \omega^2}. \qquad (7)$$

Telle est, dans son entière généralité, l'expression de la self-induction primaire totale qui permet d'obtenir la résonance.

Naturellement, pour avoir la valeur réelle de la self-induction additionnelle, $S_1$ (fig. 1), il faudra retrancher de la valeur $L_1$ ci-dessus la valeur de la self primaire considérée. Lorsque la quantité $\omega^2 L_2 C - 1$ a une faible valeur, et lorsque la résistance $R_2$ est assez élevée, il peut donc se faire que la self-induction primaire additionnelle ainsi déterminée ait une valeur négative, c'est-à-dire devrait être remplacée par un condensateur. Dans ce cas, lorsque l'on fera varier $L_1$ au moyen d'une inductance réglable depuis 0 jusqu'aux plus grandes valeurs, la tension $U_2$ augmentera d'une manière continue sans passer par un maximum. C'est ce que nous avons pu vérifier expérimentalement en cherchant à obtenir la résonance par le primaire avec un transformateur à secondaire variable au moyen de diverses prises. Lorsque, pour une capacité donnée, l'on réduisait le secondaire au-dessous d'une certaine valeur, il n'y avait plus possibilité d'obtenir la résonance ; l'on obtenait d'ailleurs le même résultat en réduisant C ou ω.

Si l'inégalité

$$\omega^2 L_2 C < 1$$

est vérifiée, la valeur $L_1$ donnée par (7) étant alors elle-même toujours négative, il est bien évident que les considérations précédentes s'appliqueront *a fortiori*. Toutefois, en pratique, l'on a toujours intérêt à rendre $R_2$ aussi faible que possible, et comme on peut le montrer par des exemples numériques, le terme $\omega^2 L_2 C$ est grand par rapport à l'unité, de telle sorte que le rapport $\frac{R_2^2 C^2 \omega^2}{(\omega^2 L_2 C - 1)^2}$ sera suffisamment petit pour que la formule se réduise à

$$L_1 = \frac{M^2\omega^2 C}{\omega^2 L_2 C - 1}. \qquad (7')$$

Dans ce cas, si l'on n'ajoute pas de self-induction secondaire auxiliaire, la différence $L_1 L_2 - M^2$ étant positive, la résonance nécessitera forcément l'emploi d'un transformateur à fuites importantes, ou d'une self-induction primaire supplémentaire.

Il est intéressant de calculer la valeur $\frac{E_1}{U_2}$ correspondant à la résonance. L'on y parvient encore de la manière la plus simple au moyen du triangle rectangle OBM (fig. 3) :

$$\begin{aligned} OM &= BO \sin(\alpha + \beta) \\ &= BA \cos\beta + AB \sin\beta; \end{aligned}$$

d'où

$$\frac{E_1}{U_2} = \frac{1}{M} \times \frac{\frac{R_1}{\omega}(\omega^2 C L_2 - 1)^2 + R_2 C\omega^2 (R_1 R_2 + M^2\omega^2)}{\sqrt{(\omega^2 C L_2 - 1)^2 + R_2^2 C^2 \omega^2}}. \qquad (8)$$

L'on voit donc que la surtension est uniquement limitée par les résistances ohmiques, comme dans le cas simple d'une bobine de self-induction en série avec un condensateur.

Ces résistances ohmiques sont en général assez faibles pour que la formule précédente puisse s'écrire

$$\frac{E_1}{U_2} = \frac{1}{M} \times \frac{\frac{R_1}{\omega}(\omega^2 C L_2 - 1)^2 + R_2 C^2 M^2 \omega^3}{\omega^2 C L_2 - 1}. \qquad (8')$$

Nous verrons dans la suite que cette formule peut encore être simplifiée en vue des applications.

Revenons aux dernières équations (4) [1], afin de calculer l'angle de déphasage $\varphi$ entre $E_1$ et $L_1$ ; par élimination de $I_2$, l'on obtient :

$$M\omega I_1 j = (L_2 C\omega^2 - 1)\, U_2 - R_2 C\omega U_2 j. \qquad (9)$$

L'on en conclut immédiatement que le vecteur $I_1 j$ $\left(\text{en avance de } \frac{\pi}{2} \text{ sur } I_1\right)$ est décalé de l'angle $\beta$ $\left(\operatorname{tg}\beta = \frac{R_2 C\omega}{L_2 C\omega^2 - 1}\right)$ en *arrière* de $U_2$. Si l'on trace donc le vecteur $OI_1 j$ (fig. 2) parallèle à BX, l'angle $\widehat{I_1 j OM}$ est égal à $\frac{\pi}{2} - \varphi$, puisque OM est en phase avec $E_1$, et par suite l'angle $\varphi$ de décalage entre $E_1$ et $I_1$ est égal à l'angle MOH mesuré immédiatement sur le diagramme. Lorsque le point M est à droite de OH, le courant $I_1$ est en retard sur $E_1$, et lorsque ce point M est à gauche de OH, le courant $I_1$ est en avance sur $E_1$. Au fur et à mesure que le point M se déplace sur OX quand on modifie $L_1$, les variations correspondantes de $\varphi$ sont donc suivies très commodément sur le diagramme.

C'est ainsi que l'on constate que la tension primaire $E_1$ et le courant primaire $I_1$ sont *en phase* à la résonance (car alors OM se confond avec OH, comme on l'a vu. C'est là un résultat fort important, et qui a été vérifié par de nombreux essais à l'oscillographe. Malgré la complexité des formules beaucoup plus grandes, l'on retrouve donc ici une des propriétés connues du cas simple étudié précédemment, dans lequel l'on envisage seulement une bobine de self-induction en série avec le condensateur.

L'égalité (9) conduit encore à d'autres remarques fort intéressantes. Cette relation entre $U_2$ et $I_1$ est en effet indépendante de $L_1$ (si on modifie naturellement $L_1$ sans toucher au transformateur), et il s'en suit que :

1° Le courant $I_1$ est maximum en même temps que $U_2$ ; cela permet de déterminer facilement en pratique le régime de résonance, les variations de $I_1$ étant suivies au moyen d'un ampèremètre ;

2° L'équation (5) mise sous forme réelle peut s'écrire en prenant les modules

$$E_1 = \frac{U_2}{M}\sqrt{\left[L_1 - \omega^2 C(L_1 L_2 - M^2) + CR_1R_2\right]^2 + \left[\omega C(R_1 L_2 + R_2 L_1) - \frac{R_1}{\omega}\right]^2}. \qquad (5')$$

Si l'on tire dès lors de même la valeur réelle de $I_1$ de l'égalité (9)

$$M\omega I_1 = U_2\sqrt{(L_2 C\omega^2 - 1)^2 + R_2^2 C^2 \omega^2} \qquad (9')$$

et que l'on multiplie les deux dernières égalités, membre à membre, l'on obtient en définitive une relation entre $E_1 I_1$, puissance apparente fournie par la source, et la puissance $C\omega U_2^2$ définie précédemment, et exigée par les données de l'installation. L'on voit de suite qu'à des facteurs constants près, le rapport de la première puissance à la deuxième est minima, en fonction de $L_1$, en même temps que le rapport $\frac{E_1}{U_2}$, c'est-à-dire lorsque la réso-

[1] Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 26 octobre 1907, page 115.

nance est réalisée. C'est encore un résultat identique à celui déjà trouvé pour le cas simple de la bobine de self-induction en série avec un condensateur.

Dans tout ce qui précède, l'on peut remarquer le rôle important du facteur $L_2C\omega^2 - 1$, et pour que la résonance soit nette, il importe en général que le terme $L_2C\omega^2$ soit grand devant l'unité ainsi qu'il résulte des équations (8) et (8'); cette condition est toujours vérifiée avec les transformateurs usuels, et il en résulte une notable simplification dans les formules. La self-induction $L_2$ du secondaire d'un transformateur peut évidemment être évaluée en supposant qu'elle est $a^2$ fois plus grande que la self-induction primaire (¹), $a$ désignant le rapport de transformation, et en calculant cette dernière d'après le courant à vide $I_0$ sous la tension aux bornes $U_1$ :

$$L_2 = a^2 \frac{U_1}{I_0\omega} = a^2 \frac{U_1}{kI_1\omega} \qquad (10)$$

$k$ étant le rapport $\frac{I_0}{I_1}$ (3 % par exemple).

De la formule (10) l'on déduit :

$$\omega^2 L_2 C = \frac{\omega C a^2 U_1}{kI_1},$$

D'après des essais, nous avons pu relever les nombres approximatifs suivants :

$$\omega = 250 \ (f = 40 \text{ approxim.})$$
$$C = \frac{4}{10} \text{ micr. far.}$$
$$a = 50$$
$$U_1 = 250$$
$$I_1 = 100$$
$$k = \frac{3}{100}.$$

L'on en déduit :

$$\omega^2 L_2 C = 21 \text{ approximativement.}$$

Les chiffres précédents suffisent à fixer l'ordre de grandeur du produit envisagé et il est donc admissible dans certains cas de négliger comparativement l'unité (²). Si l'on se reporte alors à nouveau à l'égalité (9), dans laquelle le terme en $R_2C\omega U_2 j$ est également négligeable, l'on voit que ces approximations reviennent en réalité à écrire l'égalité

$$M\omega I_1 j = L_2 C\omega^2 U_2 = - L_2\omega I_2 j \qquad (9')$$

c'est-à-dire à admettre que dans le transformateur les ampère-tours secondaires sont égaux et opposés aux ampère-tours primaires. Cette hypothèse admise, le problème théorique de la résonance se simplifie notablement, car l'on peut alors employer un diagramme analogue à celui de Kapp, mais, pratiquement, à cause de l'incertitude avec laquelle l'on calcule les résistances ohmiques apparentes de ces circuits, ce problème demeure malgré tout assez

(¹) C'est ce qui se passe approximativement avec les transformateurs usuels ayant à peu près le même poids de cuivre pour l'enroulement primaire et pour l'enroulement secondaire.

(²) Ces chiffres correspondent à une installation puissante et il est évident que le résultat serait un peu trop élevé pour une installation de moindre importance.

Néanmoins le produit envisagé semble ne devoir jamais descendre au-dessous de 6 à 7 au minimum.

complexe ; aussi, avant de passer à l'étude graphique simplifiée, nous croyons utile et intéressant de préciser dès à présent ce que l'on peut désigner par résistance ohmique apparente.

Dans son intéressante étude, déjà citée, M. Blondel a signalé l'influence des pertes dans le fer et dans le diélectrique du condensateur [1]. Ces dernières en réalité semblent peu importantes, mais les premières sont du même ordre de grandeur que les pertes ohmiques proprement dites. Il est donc absolument indispensable d'en tenir compte dans les calculs pratiques, et pour cela l'on peut opérer de la manière suivante :

Les pertes dans le fer de la bobine de self-induction sont proportionnelles à $I_1^2$ (courants de Foucault) et à $I_1^{1,6}$ (hystérésis), si l'on suppose le fer non saturé. Dans une première approximation on peut les considérer comme proportionnels à $I_1^2$, eu égard d'ailleurs à l'incertitude du coefficient 1,6 pour les pertes par hystérésis ; il en est de même pour les pertes dans le fer du transformateur, puisque pour une capacité donnée, la tension à ses bornes croît proportionnellement à $I_1$. Dans ces conditions, en appliquant le principe de la conservation de l'énergie, l'on arrive à cette conclusion que l'effet des pertes dans le fer des appareils se traduit par une augmentation de la résistance ohmique apparente des circuits, et comme d'autre part cette résistance ohmique limite seule les courants lorsqu'il y a résonance, la précision des calculs pratiques ne dépendra que de la précision avec laquelle l'on peut calculer les diverses pertes.

*(A suivre.)* J. Bethenod.

# LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE A GRANDE DISTANCE

L'essor considérable des communications téléphoniques entre les grandes villes a mis en avant la question de l'utilisation des câbles aériens pour la transmission téléphonique à grande distance. L'application des bobines d'induction insérées à des intervalles égaux, selon la méthode indiquée par Pupin, a rendu possible l'usage, de plus en plus généralisé, des câbles sur de grandes longueurs. Notre étude a pour but de résumer les progrès réalisés et les étapes parcourues dans ce sens aux États-Unis.

Il y a seulement quelques années on considérait comme chose impraticable la transmission des courants téléphoniques sur une longueur de câbles de plus de 64 kilomètres, ayant les caractéristiques suivantes par kilomètre :

| | |
|---|---|
| Capacité | 0,0375 M. F. |
| Résistance | 50 ohms. |

Aujourd'hui on exploite commercialement une ligne téléphonique en câble aérien d'une longueur totale de 160 kilomètres entre Philadelphie et Wilmington et l'on prévoit l'exploitation, dans un avenir prochain, de câbles téléphoniques entre les villes de New-York et Washington. On sait que le coefficient d'amortissement des courants alternatifs le long

(1) Voir aussi Benischke. Phénomènes de résonance sous l'influence des courants de Foucault et de l'hystérésis. *Éclairage Électrique*, tome LII, 28 septembre 1907, page 441.

d'une ligne ayant de la capacité et de la self-induction s'exprime par:

$$B = \sqrt{\frac{\alpha C}{2}\left(\sqrt{\alpha^2 L^2 + R^2} - \alpha L\right)}$$

en considérant la résistance de l'isolement de la ligne comme ayant une valeur infinie, et en désignant par:

$\alpha$ la vitesse de pulsation de l'harmonique considéré;
L le coefficient de self-induction de la ligne par unité de longueur;
R sa résistance ohmique par unité de longueur;
C sa capacité par unité de longueur.

Pour une ligne n'ayant que de la capacité la formule devient:

$$B = \sqrt{\frac{\alpha C R}{2}}.$$

Pour une ligne ayant à la fois de la capacité et de la self-induction, on peut simplifier encore la formule générale indiquée ci-dessus, lorsque le rapport $\frac{R}{\alpha L}$ est suffisamment petit. On peut, en effet, exprimer dans ce cas le coefficient d'amortissement par la formule:

$$B = \sqrt{\frac{C}{L} \times \frac{R}{2}}$$

obtenue en développant la quantité $\sqrt{\alpha^2 L^2 + R^2}$ par la formule du binôme, et en se limitant au terme en $R^2$.

L'on voit ainsi que la ligne transmet également bien les courants téléphoniques de hautes et de basses fréquences, ce qui est essentiel pour obtenir la netteté dans la transmission de la voie humaine par la téléphonie. Il y a lieu toutefois de considérer que, même lorsque le rapport $\frac{R}{\alpha L}$ est suffisamment petit pour qu'on puisse employer la formule simplifiée, la valeur de R dépendra de la fréquence du courant, puisque la résistance d'un conducteur aux courants alternatifs varie suivant la formule connue:

$$R = R_0 \left(1 + \frac{1}{12}\frac{\alpha^2 L^2 \mu^2}{R_0^2} - \frac{1}{180}\frac{\alpha^4 L^4 \mu^4}{R_0^4} \cdot \cdot \cdot \cdot \right).$$

Si donc on a le droit de considérer le rapport $\frac{R}{\alpha L}$ comme suffisamment petit pour négliger les termes qui contiennent ce rapport élevé à des puissances supérieures à l'unité, il ne serait plus permis de négliger des termes qui contiennent le rapport inverse $\frac{\alpha L}{R}$, et par suite on ne réalise pas la transmission des courants téléphoniques de hautes et de basses fréquences avec une vitesse égale, même en employant des câbles ayant une grande valeur de self-induction par unité de longueur.

En fait, l'American Telephone et Telegraph Co a adopté les valeurs suivantes par la self-induction des lignes téléphoniques en câbles, par kilomètre:

| | |
|---|---|
| Self-induction forte | L = 0,125 henry. |
| — moyenne | L = 0,062 — |
| — faible | L = 0,030 — |

Il est facile de voir qu'en faisant usage d'un câble ayant les caractéristiques suivantes par kilomètre — le câble ≠ 13 —

| | |
|---|---|
| Capacité | 0,0375 M. F. |
| Résistance | 12,500 ohms. |

et en employant des bobines Pupin de façon à obtenir une valeur totale pour la self-induction de la ligne de :

0,062 henry.

on obtient pour le coefficient d'amortissement B :

$$B = 0,0079$$

tandis que la valeur du coefficient d'amortissement pour le câble, non muni de bobines Pupin, et dont les caractéristiques ont été données plus haut, serait :

$$B = 0,09$$

pour une fréquence de courant de 750 cycles par seconde.

On peut ainsi démontrer qu'il serait loisible de réaliser la transmission téléphonique par câble souterrain ou aérien sur une longueur de 625 kilomètres environ, d'une manière satisfaisante au point de vue commercial et économique, lorsque l'importance du trafic justifie l'usage des câbles.

Nous aborderons dans une étude prochaine l'influence de réflexions des ondes sur l'efficacité de la transmission et la description des dispositifs pratiques employés pour les bobines de self-induction.

H. Mouradian.

## L'USINE ÉLECTRIQUE D'ENGELBERG (LUCERNE)

La ville de Lucerne a été une des premières à établir une distribution d'énergie électrique. En 1886 elle possédait déjà une petite centrale de 1 000 chevaux produisant du courant monophasé à 2 400 volts et 50 périodes. La demande croissante en lumière et en force motrice, dont on peut juger l'importance par les chiffres du tableau I, a imposé des agrandissements successifs et elle vient de mettre en exploitation une importante centrale hydro-électrique qui doit alimenter son réseau de lumière et de force motrice, ainsi que ses tramways et le chemin de fer qui relie Obermatt-Engelberg où se trouve l'usine, à Stansstad, au bord du lac de Lucerne.

Les cours d'eau utilisés sont : l'Aa et un de ses affluents l'Erlenbach. Entre Engelberg et Obermatt la chute de l'Aa est de 335 mètres sur une distance de 3 kilomètres environ, on a compté sur un débit maximum de 3 mètres cubes par seconde. Les travaux de prise consistent en une dérivation de l'Erlenbach, ruisseau se jetant dans l'Aa un peu en aval d'Engelberg, et qui l'hiver n'est pas à sec comme l'Aa. L'eau est amenée à un grand réservoir de 70 000 mètres cubes, dont le niveau supérieur est à la cote 994,30. A l'extrémité aval du réservoir se trouve l'entrée du tunnel amenant l'eau à la mise en charge. La figure 1 représente deux coupes verticales et horizontales dans la chambre de prise au réservoir. Un

canal de trop plein, débouchant à quelques mètres de la prise, réunit d'autre part le réservoir à l'ancien lit de la rivière.

Fig. 1. — Vues en plan et en élévation de l'entrée du tunnel de prise au réservoir. Échelle 1/200.

TABLEAU I

| DATES : | NOMBRE DES ABONNÉS | LAMPES DE 10 BOUGIES | LAMPES A ARC | MOTEURS NOMBRE | MOTEURS H. P. |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 Avril 1897 (1) | 413 | 11 825 | 56 | 27 | 49,50 |
| 31 Décembre 1897 | 511 | 14 600 | 59 | 28 | 52,00 |
| — 1898 | 656 | 15 575 | 65 | 36 | 63,75 |
| — 1899 | 707 | 18 144 | 80 | 37 | 60,50 |
| — 1900 | 811 | 21 261 | 120 | 45 | 62,65 |
| — 1901 | 957 | 23 840 | 145 | 58 | 76,30 |
| — 1902 | 1 121 | 27 260 | 156 | 77 | 83,16 |
| — 1903 | 1 368 | 28 878 | 164 | 104 | 92,66 |
| — 1904 | 1 569 | 31 171 | 205 | 152 | 121,00 |
| — 1905 (2) | 1 800 | 34 000 | 210 | 210 | 409,00 |

(1) Exploitation de l'usine par la ville de Lucerne.
(2) Mise en exploitation de l'usine d'Engelberg.

Le tunnel a une longueur de 2 560 mètres environ, une section de $4^{mq},15$ et une pente

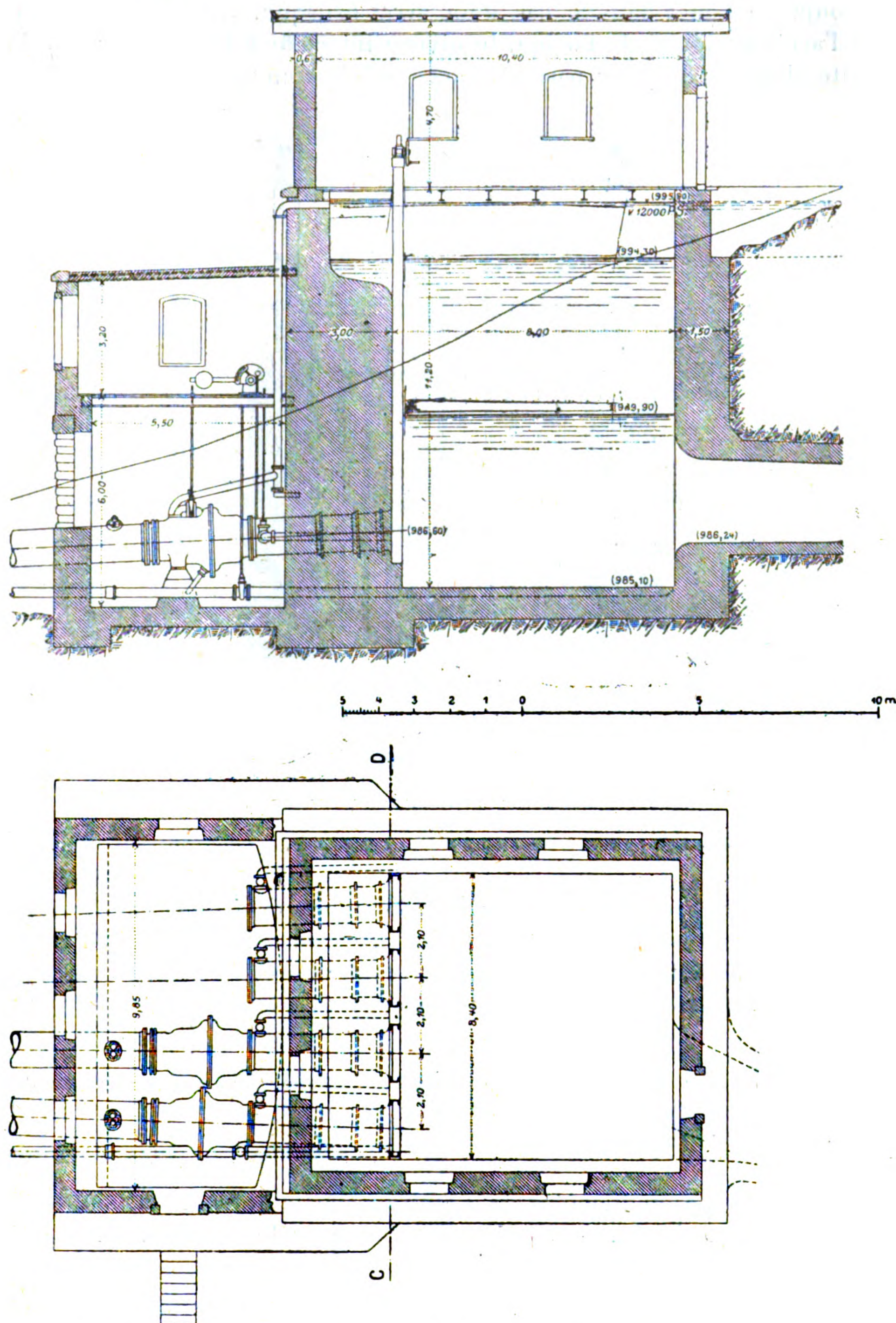



Fig. 2*a*. — Vue en plan et en élévation du départ des conduites forcées. Echelle 1/200.

moyenne de 1,2 °/₀. La chambre de mise en charge, d'où partent les conduites forcées est donnée en plan et en élévation dans les figures 2*a* et 2*b*. On y distingue assez clairement

les appareils de service de la prise d'eau, notamment le tuyau formant by-pass destiné à amortir les coups de bélier dans le cas d'un arrêt brusque. Le niveau moyen de l'eau correspond à l'arrêt prolongé de l'usine, le niveau inférieur à la marche normale à pléine charge. De cette chambre de prise partent deux conduites en acier de section circulaire.

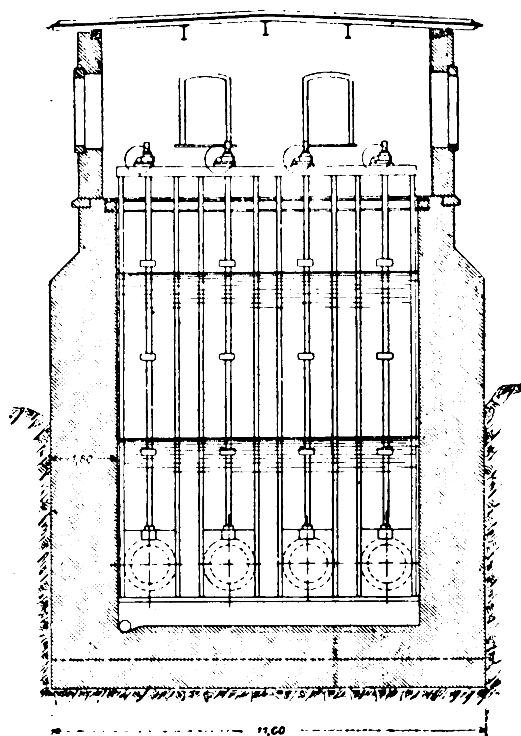


Fig. 2b. — Coupe transversale en élévation du départ des conduites forcées. Échelle 1/200.

La longueur totale de chaque conduite est de 580 mètres environ et est divisée en quatre sections dont les extrémités constituent des points fixes où sont établis des raccords d'expansion pour prévoir les effets des variations de température. Les longueurs et pentes respectives des quatre sections sont données ci-dessous :

| | Longueurs | Pentes en % |
|---|---|---|
| Section I. | 55 m. | 28.6 % |
| — II. | 125 | 61,9 |
| — III. | 160 | 82,0 |
| — IV. | 240 | 60,4 |

Chacune des conduites a un diamètre de 1 mètre à partir du sommet, sur les deux premières sections, et de 90 centimètres sur les deux autres ; le débit maximum prévu est de 1^mq^,33 par seconde.

### *Usine électrique.*

Les deux tuyaux descendent ainsi jusqu'à Obermatt et aboutissent à la double conduite de distribution établie le long de l'usine électrique dont les figures 3*a*, 3*b* et 3*c* donnent à l'échelle une vue en plan et deux vues en élévation.

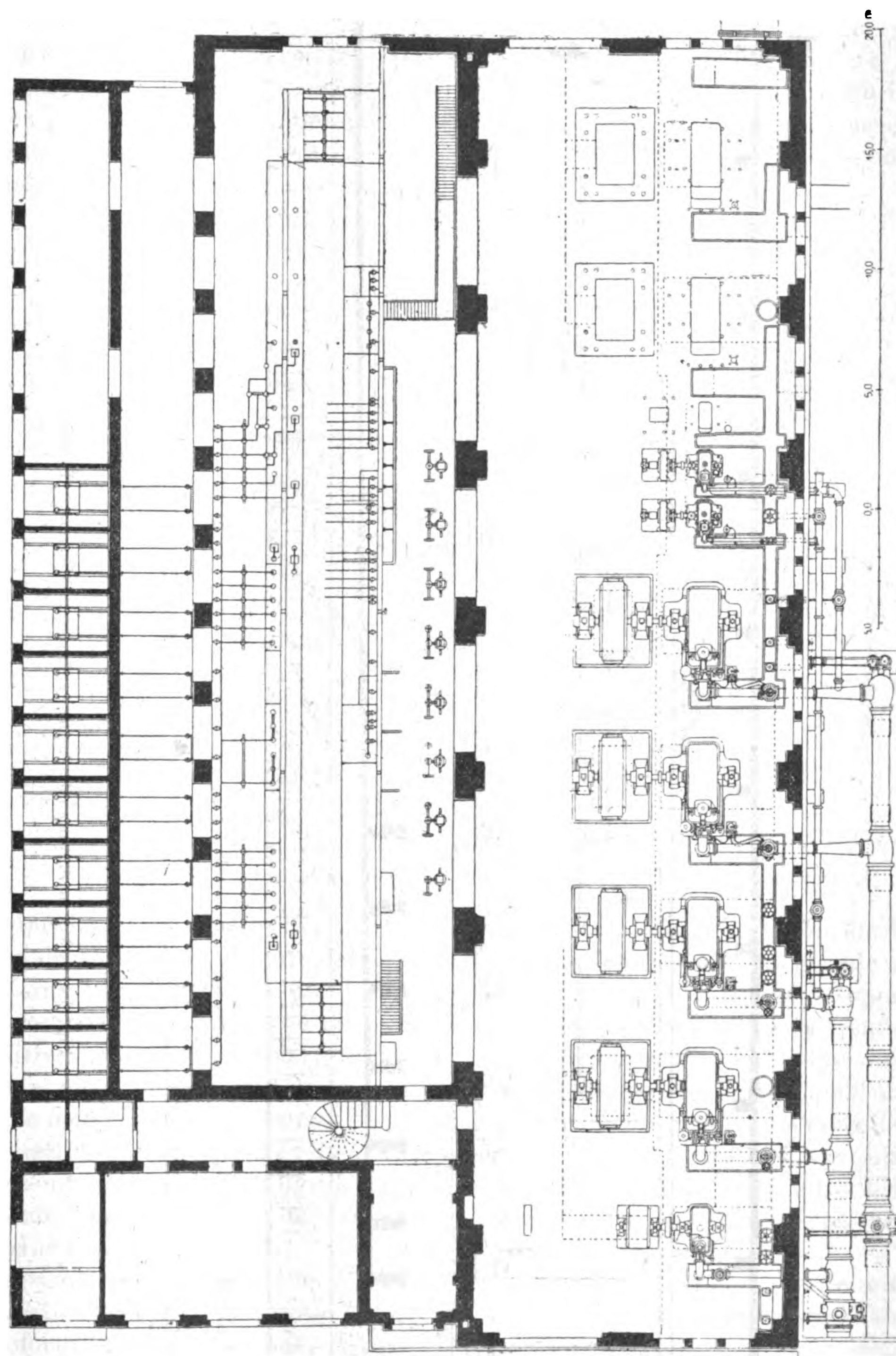


Fig. 3a. — Vue en plan de l'usine génératrice d'Obermatt. Échelle 1/300.

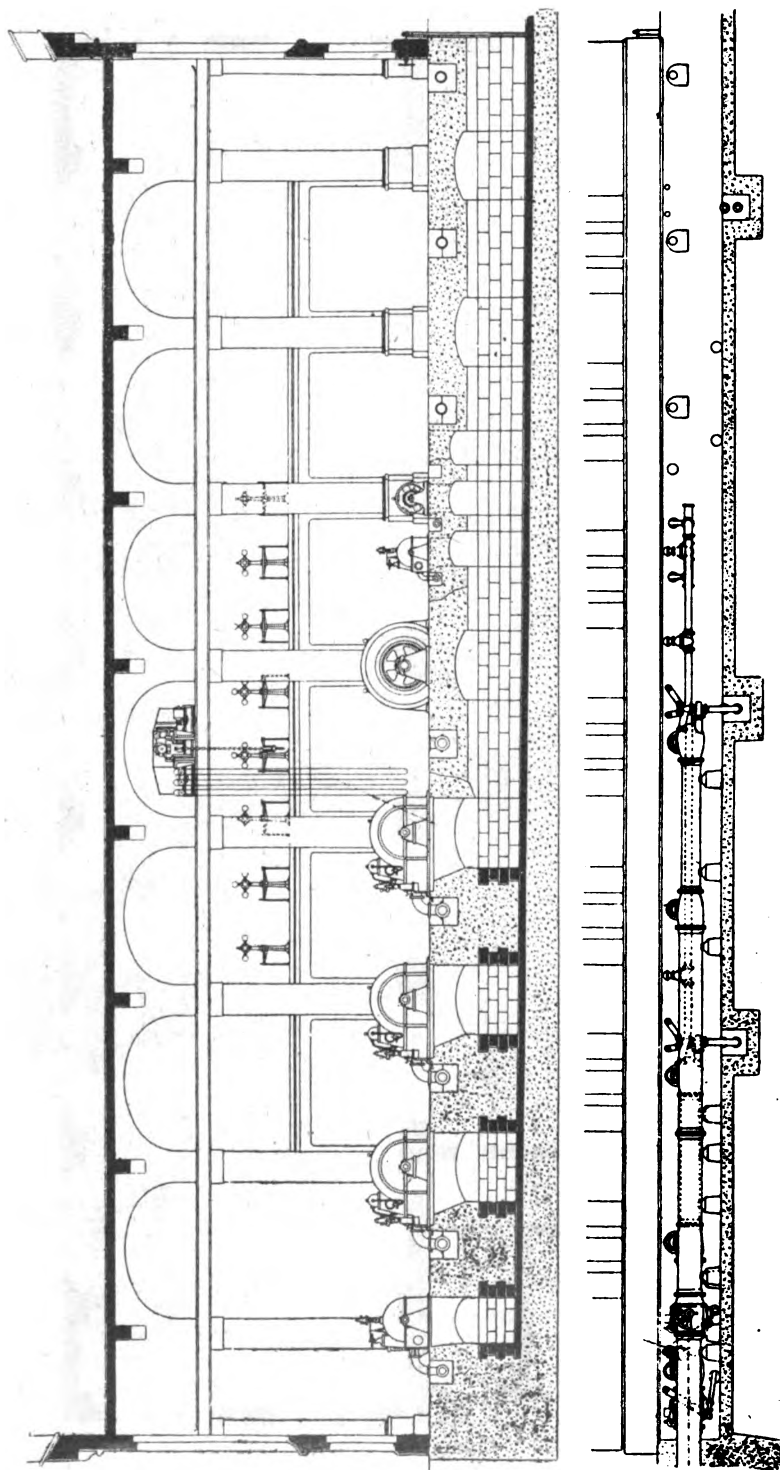


Fig. 3*b*. — Vue en élévation de l'usine génératrice d'Obermatt. Échelle 1/300.

Pour utiliser la puissance maxima que peut fournir la chute actuellement, y compris l'accumulation dans le réservoir, on a établi 3 groupes électrogènes de 6000 H. P. et un groupe de réserve de 2000 H. P. Mais on a prévu des modifications ultérieures à l'installation hydraulique, qui porteraient à 15000 H. P. pendant l'année entière la puissance maxima utilisable à l'usine, et c'est pourquoi celle-ci pourra recevoir ultérieurement de nouveaux groupes. Les machines produisent du courant triphasé et monophasé à 6000 volts transformé ensuite à 28000 pour le transport ; le monophasé est employé pour la lumière, le triphasé pour la force motrice.



Fig. 3c. — Vue en coupe transversale de l'usine génératrice d'Obermatt. Échelle 1/300.

La coupe dans l'usine a été faite un peu au-dessus du premier étage du local réservé aux appareils de service. Dans cette coupe on distingue quatre parties : la grande salle des machines, sans étage et éclairée par les larges baies de la façade ; la partie opposée à cette salle se compose d'une série de loges où sont établis les transformateurs ; enfin, entre ces deux parties, se trouve un local à un étage. Le rez-de-chaussée est résrvé aux barres collectrices et aux câbles venant des machines par le sous-sol, et à l'étage sont établis les appareils de manœuvre, de mesures, de protection et les départs vers une tourelle supérieure.

Cette partie n'est pas séparée de la salle des machines, si ce n'est par des piliers dont les sections sont visibles dans la figure. Elle est donc éclairée d'un côté par les baies de ladite salle, tandis que, de l'autre côté, un long corridor est muni d'une toiture en verre qui donne aussi beaucoup de lumière.

On remarquera la rapidité avec laquelle les transformateurs peuvent être mis en place et, le cas échéant, repris pour les grosses réparations. Une voie ferrée longe l'usine, on amène les transformateurs sur wagons, et on les descend directement à la place définitive qu'ils doivent occuper. Les encombrements des machines sont indiqués ou peuvent être relevés aisément grâce à l'échelle précise du dessin.

*(A suivre.)* J. Reyval.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES ET GÉNÉRALITÉS

***Sur la thermo-électricité du nickel*** (influence des métaux étrangers). — Note de M. **H. Pécheux**, transmise par M. **J. Violle**. — *Académie des Sciences*, séance du 7 octobre 1907.

Lorsqu'on étudie la thermo-électricité d'un échantillon de nickel marchand, on est frappé de l'influence que subissent les résultats, du fait de l'existence, dans ce nickel, de quantités plus ou moins variables des métaux qui l'accompagnent dans les divers minerais d'où on l'extrait.

M. Ph. Harrison a, le premier, en 1902 (*Phil. Mag.*, 6e série, t. III) étudié les variations de la force électromotrice d'un couple nickel/cuivre constitué par des métaux marchands, mais il n'a pas indiqué la valeur du nickel étudié, au point de vue physique ou chimique.

Dans une note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, sept. 1906), l'auteur a indiqué l'emploi, comme pyromètre industriel, d'un couple formé par le cuivre avec un nickel marchand, couple qui avait donné des résultats un peu différents de ceux de M. Ph. Harrison.

Il a repris cette étude, afin d'essayer de se rendre compte de l'influence exercée, sur les résultats à obtenir, par la présence des divers métaux qui constituent les impuretés du nickel commercial. Les trois échantillons examinés seront désignés par les lettres suivantes : nickel (F. N), nickel (L) et nickel (P). Voici leur composition chimique en poids, déduite de l'analyse qui en fut faite, et quelques indications d'ordre physique :

| ÉCHANTILLONS | CUIVRE | FER | COBALT | CARBONE ET SILICIUM | IMPURETÉS AU TOTAL | CONSISTANCE | FUSIBILITÉ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nickel (F. N)....... | 0,80 % | traces. | traces. | 0,20 % | 1 % | dur, cassant. | le plus fusible. |
| Nickel (L)........ | 0,20 % | traces. | 0,15 % | néant. | 0,30 % | mou. | fusibil. interméd. |
| Nickel (P)........ | traces. | 1,50 % | 0,50 % | 0,10 % | 2,10 % | assez dur. | le moins fusible. |

Le recuit augmente la dureté du nickel (F. N) et le rend plus cassant. L'influence des impuretés sur la fusibilité est suffisamment établie par le tableau ci-dessus, lequel montre que le cuivre tend à faciliter cette fusibilité plutôt que le carbone, et que le fer tend à la retarder ; le carbone influe sur la dureté du métal.

L'auteur a fait un couple de chacun des trois nickels en question avec le cuivre pur, et relié ce couple à un galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval bien étalonné, par l'intermédiaire d'une boîte de résistances et d'un interrupteur à mercure ; des précautions étaient prises pour éviter les forces électromotrices parasites. Les températures auxquelles était portée la soudure chaude étaient relevées à l'aide d'un thermomètre étalon à mercure (jusqu'à 300°) et d'un pyromètre platine/platine-iridié soigneusement étalonné.

Une fois chaque couple gradué ainsi, il a opéré par comparaison, en disposant deux couples de façon que leurs soudures soient très voisines, séparées seulement par une feuille d'amiante, et introduites dans un tube de porcelaine chauffé extérieurement par un four à gaz Mermet ; les métaux étaient isolés à l'amiante l'un de l'autre dans chaque couple, et contre l'oxydation possible dans le tube de porcelaine.

Il résulte des chiffres obtenus qu'un couple Ni (F. N) Cu est *comparable* à l'un quelconque des deux autres couples ; les résultats obtenus directement (en portant dans des bains à température connue), ne diffèrent de ceux obtenus par comparaison que de 0,25 pour 100 en moyenne ; et ceci, quelle que soit la vitesse de chauffe des soudures La comparaison d'un couple Ni/Cu avec le pyromètre Pt/Pt-Ir est beaucoup moins certaine ; il faut chauffer très lentement.

Voici les résultats obtenus avec trois couples à *soudure fraîche,* non recuits à l'avance. Les forces électromotrices E et les pouvoirs thermo-

électriques moyens $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ étant exprimés en *microvolts,* la courbe des forces électromotrices de chaque couple est à allure assez sensiblement parabolique, à courbure variable, avec un point maximum $t_M$ et un point minimum $t_m$.

| COUPLES | $t^o_M$. | $t^o_m$. | E (μv). | | | | $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ (μv). | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 100° | $t^o_M$. | $t^o_m$. | 640° | 100° | $t^o_M$. | $t^o_m$. | 640° |
| Ni (F. N) — Cu. . . . . . | 240° | 380° | 2 275 | 6 150 | 9 112 | 16 050 | 25 | 28,75 | 17,50 | 35,71 |
| Ni (L) — Cu. . . . . | 235 | 398 | 2 350 | 6 033 | 9 450 | 15 667 | 25,40 | 30,55 | 15,83 | 32,91 |
| Ni (P) — Cu.. . . . . . | 220 | 366 | 2 425 | 5 538 | 8 237 | 14 012 | 25 | 26,81 | 14,13 | 25,52 |

Le tableau qui précède montre facilement que les courbes des forces électromotrices des trois couples ne sont pas parallèles ; l'ordre est, en effet, inversé, lorsqu'on passe de 100° à 640° ; à partir de 402°, elles ne se coupent plus. L'*inversion* a lieu, entre le nickel (P) et le nickel (L), à 180° ; entre le nickel (P) et le nickel (F. N) à 200° ; enfin, entre les nickels (L) et (F. N), à 402°.

La température de *transformation moléculaire* du nickel impur (elle correspond à $t^o_m$) est plus basse pour le nickel (P) et plus élevée pour le nickel (L). Le nickel (F. N) se rapproche énormément du nickel étudié par M. Ph. Harrison.

Un *recuit* de 20 heures (jusqu'à 640°) élève la force électromotrice des couples, mais *inégalement,* sauf pour les nickels (F. N) et (P), dont l'inversion continue à avoir lieu à 200° ; les forces électromotrices du couple Ni (L) Cu se relèvent un peu moins que celles du couple Ni (F. N) Cu, puisque leur inversion nouvelle se fait à 390° (au lieu de 402°). Après un tel recuit, les forces électromotrices des couples demeurent *constantes* et l'on peut alors les *graduer* à l'effet de les utiliser comme pyromètres industriels ; ils demeurent constamment comparables à eux-mêmes.

*Remarques.* — L'existence simultanée du cuivre et du cobalt dans un nickel paraît produire *des écarts plus accentués* dans les variations de la force électromotrice. Il en est de même au point de vue de la *résistivité.*

---

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Méthode pour le calcul des dynamos puissantes à courant continu à grande vitesse.*** — **H.-M. Hobart** et **A.G. Ellis.** — *Electrical Review,* 6, 13 et 20 septembre 1907.

La puissance des dynamos à courant continu est surtout limitée par des considérations d'échauffement et de commutation ; pour les dynamos puissantes à grande vitesse le problème de la commutation est le plus difficile à résoudre, et l'échauffement peut être très réduit en employant une ventilation forcée.

La présente étude a pour but de décrire une méthode déterminant une relation générale entre les dimensions de l'induit, le nombre de pôles, la puissance utile, la vitesse de rotation, et la tension de réactance par lame, que l'on prendra comme critérium de la commutation.

Pour un enroulement comprenant une spire par lame, cette tension de réactance est donnée d'une manière générale par la formule :

$$V = 2K \times \lambda_g \times R \times P \times A \times 10^{-8}$$

dans laquelle on désigne par :

$\lambda_g$ la longueur brute de l'induit en centimètres ;

R le nombre de tours à la minute ;

A le nombre d'ampèretours par pôle sur l'induit ;

P le nombre de pôles ;

K un coefficient dépendant du rapport $\frac{\lambda_g}{\tau}$ ($\tau$ étant le pas polaire) suivant une loi déterminée par la courbe de la figure 1, et dont la valeur moyenne est 0,4

Naturellement, pour un enroulement comprenant deux spires par lame de collecteur, le résultat doit être multiplié par 2, etc.

Dans la présente étude, cependant, on ne considèrera que les enroulements n'ayant qu'une spire par lame.

Il est alors évident que pour un nombre de pôles P, un nombre d'ampèretours par pôle, et une vitesse donnés, on peut regarder la tension de réactance comme une fonction de la longueur brute de l'armature.

Appliquons la formule au cas d'une machine à six pôles ayant une vitesse de rotation de mille tours à la minute ; on a alors :

$$V = 12\,000\, K \times \lambda_g \times A \times 10^{-8}.$$

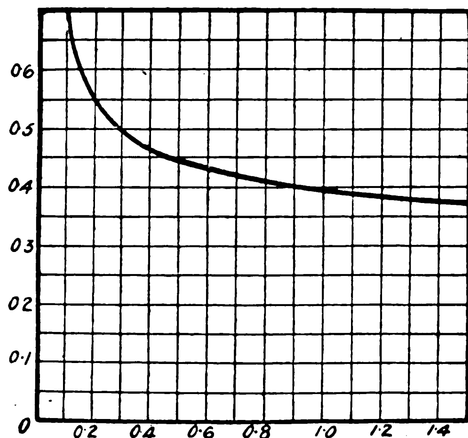



Fig. 1. — Valeurs de K en fonction du rapport $\frac{\lambda_g}{\tau}$.

Sur la figure 2 on a tracé les courbes de la tension de réactance en fonction de la longueur brute de l'induit $\lambda_g$ pour cinq valeurs différentes du nombre A d'ampèretours par pôle, 2 000, 4 000, 6 000, 8 000 et 10 000.

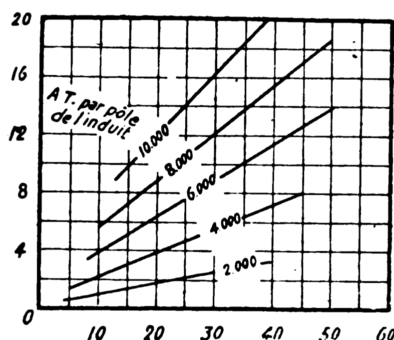



Fig. 2. — Calcul de V en fonction de $\lambda_g$.

La courbe inférieure qui se rapporte à 2 000 ampèretours par pôle représente l'équation

$$V = 0{,}096\, \lambda_g$$

sauf dans le voisinage de l'origine.

Les courbes de la figure 2 ont été tracées en attribuant à K les valeurs déterminées d'après la courbe de la figure 1 ; tandis que le coefficient 0,096 a été obtenu d'après la valeur moyenne de K soit 0,4. Par suite, pour les plus basses valeurs de $\lambda_g$ c'est-à-dire pour les portions de courbes voisines de l'origine, la tension de réactance est plus élevée que celle déterminée par la formule précédente.

Pour le cas limite hypothétique dans lequel $\lambda_g$ est nul, il reste encore une certaine tension de réactance due aux connexions latérales des bobines.

C'est pourquoi les courbes de la figure 2, au lieu de tendre vers l'origine lorsque $\lambda_g$ décroît, coupe l'axe des ordonnées en un point situé notablement au-dessus de l'axe des abscisses. Toutefois, cette remarque n'a pas un grand intérêt pratique, puisque la tension de réactance n'est pas susceptible d'être calculée avec une grande approximation, et en général l'on peut admettre que pour un nombre d'ampèretours par pôle, une vitesse et un nombre de pôles donnés, cette tension de réactance est proportionnelle à $\lambda_g$.

Pour tracer les courbes d'après un point de départ plus exact, l'on peut se fixer une certaine valeur pour les ampèretours par centimètre de la périphérie de l'induit, 150 par exemple.

Le diamètre D de l'induit est alors obtenu, en admettant 2 000 ampèretours par pôle, par la formule

$$D = \frac{12\,000}{150 \times \pi} = 25{,}4 \text{ cm}.$$

La vitesse périphérique correspondante S est (en mètres à la seconde) :

$$S = \frac{1000}{60} \times \frac{\pi D}{100} = 0{,}525\, D\,.$$

et le pas polaire $\tau$ :

$$\tau = \frac{\pi D}{6} = 0{,}525\, D \text{ cm}.$$

Les valeurs sont consignées dans le tableau suivant où S est exprimée en mètres à la seconde, D et $\tau$ en centimètres :

TABLEAU I

| A | D | S | $\tau$ |
|---|---|---|---|
| 10 000 | 127 | 67 | 67 |
| 8 000 | 102 | 53 | 53 |
| 6 000 | 76 | 40 | 40 |
| 4 000 | 51 | 26 | 26 |
| 2 000 | 25 | 13 | 13 |

Pour calculer l'une des courbes de la figure 2, par exemple celle correspondant à 6 000 ampèretours par pôle, l'on procède alors de la manière suivante :

TABLEAU II

| $\lambda_g$ | $\tau$ | $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | K (d'après fig. 1) | Tension de réactance V |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 40 | 0,25 | 0,525 | 3,8 |
| 20 | 40 | 0,50 | 0,44 | 6,4 |
| 30 | 40 | 0,75 | 0,42 | 9,1 |
| 40 | 40 | 1 | 0,39 | 11,3 |
| 50 | 40 | 1,25 | 0,38 | 13,9 |

Les autres courbes seraient déduites de la même manière.

Il est à remarquer cependant que le nombre d'ampèretours par centimètre est une quantité qui peut varier dans d'assez grandes limites, tout en conduisant à des machines satisfaisantes; par exemple au lieu de 150, l'on peut prendre 125 ou 175. Cette quantité croît avec la puissance des machines et atteint 200 et plus avec les unités très puissantes, à basse tension; la courbe de la figure 3 donne les valeurs correspondant à diverses puissances en K. W. pour une tension de 500 volts.

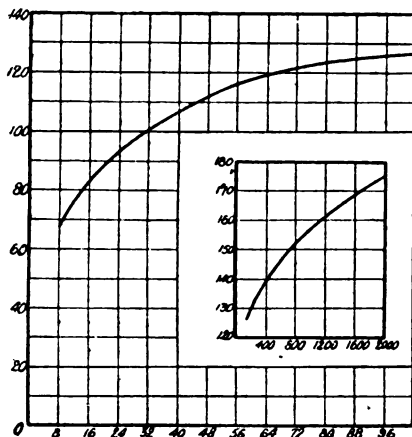



Fig. 3. — Valeurs du nombre d'ampèretours par centimètre en fonction de la puissance en K. W.

Dorénavant, l'on désignera, pour abréger l'écriture. par *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, les cinq courbes correspondant aux nombres d'ampèretours par pôle 2 000, 4 000, 6 000, 8 000 et 10 000.

Dans le présent mémoire, les auteurs considèrent des machines ayant une puissance comprise entre 250 et 1 000 K. W.

Pour cet ordre de puissance, un nombre d'ampèretours de 150 par centimètre de la périphérie est fort convenable.

Pour un nombre de pôles donné, le diamètre dépend ainsi du nombre d'ampèretours par pôles; dans ces conditions, pour une machine à six pôles, les courbes *a*, *b*, *c*, *d*, *e* (fig. 4) donnent pour les valeurs correspondantes de $\tau$ et de D la tension de réactance en fonction de $\lambda_g$. En adoptant de plus une vitesse de rotation R de 1 000 tours à la minute, nous pouvons remplacer la figure 2 par la figure 4.

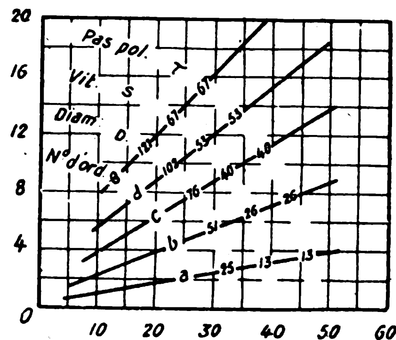



Fig. 4.

Bien qu'il soit nécessaire, pour bien comprendre l'importance relative des principaux facteurs, de se placer dans des conditions définies d'admettre, par exemple, 150 ampèretours par centimètre de la périphérie, l'on peut être amené en pratique à adopter d'autres valeurs. Dans ce cas il suffit de se reporter au tableau III qui donne les valeurs de $\tau$ correspondant aux courbes *a*, *b*, etc., pour d'autres valeurs du nombre d'ampèretours par centimètre.

Pour les calculs préliminaires, il sera également commode, comme on l'a vu, de consulter les courbes de la figure 3. Ces courbes permettent de corriger les valeurs de V tirées des figures 2 et 4, de manière à les rendre applicables à toute autre valeur du nombre d'ampèretours par centimètre.

Par exemple, dans le cas où ce nombre serait égal à 100, la valeur de V devrait être réduite dans le rapport de $\frac{100}{150}$ pour des valeurs données de D et de $\lambda_g$.

TABLEAU III

Valeurs de $\tau$ pour différentes valeurs des ampèretours par centimètre de périphérie.

| A. T. PAR CM. de périphérie. | VALEURS $\tau$ D'APRÈS LES COURBES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* |
| 100 | 20,0 | 40,0 | 60,0 | 80,0 | 100,0 |
| 110 | 18,2 | 36,4 | 54,5 | 72,8 | 91,0 |
| 120 | 16,7 | 33,4 | 50,0 | 66,7 | 83,3 |
| 130 | 15,4 | 30,8 | 46,1 | 61,5 | 76,9 |
| 140 | 14,3 | 28,6 | 42,8 | 57,2 | 71,5 |
| 150 | 13,3 | 26,6 | 40,0 | 53,3 | 66,7 |
| 160 | 12,5 | 25,0 | 37,5 | 50,0 | 62,5 |
| 170 | 11,8 | 23,6 | 35,3 | 47,0 | 58,8 |
| 180 | 11,1 | 22,2 | 33,3 | 44.4 | 55,5 |
| 190 | 10,5 | 21,0 | 31,6 | 42,1 | 52,6 |
| 200 | 10,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 | 50,0 |

$$D = \frac{\tau \times P}{\pi} \qquad S = \frac{\tau \times P \times R}{60}$$

Comme on l'a déjà dit, l'on adopte en général pour ce nombre d'ampèretours par centimètre $\alpha$ des valeurs plus élevées pour les basses tensions. Nous verrons d'ailleurs dans la suite que ces valeurs dépendent de la vitesse adoptée. Pour une puissance de 250 K. W. l'on a $\alpha = 133$ au lieu de 157 pour une puissance de 1 000 K. W.; nous nous en tiendrons cependant pour le moment à la valeur $\alpha = 150$.

Entre la puissance utile en watts W, et les quantités D, $\lambda_g$, R il existe la relation connue :

$$\xi = \frac{W}{D^2 \lambda_g R}$$

($\lambda_g$ et D sont maintenant exprimés en *décim.*).

La figure 5 donne la courbe du coefficient de puissance $\xi$ en fonction de la puissance utile en K. W. pour des vitesses variées comprises entre 125 et 2 000 révolutions par minute, et pour une tension de 500 volts. L'on en déduit :

$$\lambda_g = \frac{W}{D^2 \times \xi \times R}$$

et cette relation permet de calculer $\lambda_g$.

Prenons par exemple le cas de la machine à 6 pôles, ayant une vitesse de 1 000 tours à la minute, étudiée précédemment, et prenons pour la valeur de $12^{dcm},7$ qui correspond à la courbe *e* de la figure 4. Si l'on se fixe

$$W = 250\,000,$$

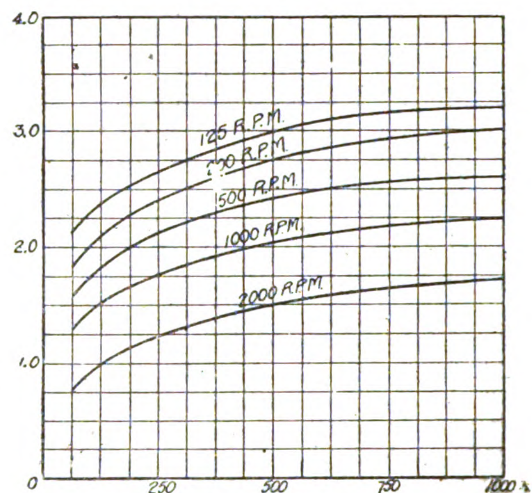



Fig. 5. — Valeurs de $\xi$ en fonction de la vitesse et de la puissance.

la courbe de la figure 5 nous donne pour $\xi$ la valeur de 1,75. L'on a ainsi :

$$\lambda_g = \frac{250\,000}{(12,7)^2 \times 1,75 \times 1\,000} = 0,89 \text{ dcm.}$$

Pour $D = 10^{dcm},2$ (ce qui correspond à la courbe *d* de la figure 4), l'on obtient de même :

$$\lambda_g = \frac{250\,000}{(10,2)^2 \times 1,75 \times 1\,000} = 1,37 \text{ dcm.}$$

En continuant de cette manière, l'on obtient le tableau suivant correspondant aux valeurs de D données par les courbes de la figure 4, $\lambda_g$ et D étant à nouveau exprimés en centimètres :

| D | $\lambda_g$ |
|---|---|
| 127 | 9 |
| 102 | 14 |
| 76 | 25 |
| 51 | 55 |
| 25,4 | 200 |

Ayant ainsi déterminé $\lambda_g$ en fonction de D, pour une puissance de 250 K. W. et une vitesse de 1 000 révolutions par minute, nous pouvons, sur chaque courbe de la figure 4 relative à un diamètre donné, marquer un point correspondant à la valeur de $\lambda_g$ donnée par la précédente table.

Par exemple, pour $D = 102$ nous obtenons $\lambda_g = 14$ ;

de même, pour $\begin{cases} D = 75, & \lambda_g = 25 \\ D = 127, & \lambda_g = 9. \end{cases}$

Joignant alors les trois points déterminés de cette manière, nous obtenons la courbe de puissance pour 250 K. W. et 1 000 tours par minute.

En procédant identiquement, nous tracerons les courbes relatives à des puissances de 500 et 1 000 K. W.

Ces diverses courbes sont tracées en traits interrompus sur la figure 6.

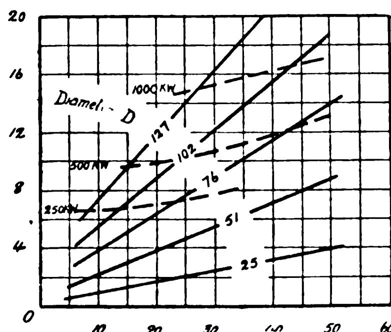



Fig. 6. — Tension de réactance d'une machine à 6 pôles, tournant à une vitesse de 1 000 t. p. m. pour diverses puissances et divers diamètres d'induit.

De pareilles courbes indiquent clairement la relation entre les quantités suivantes :

| | |
|---|---|
| Puissance utile. . . . . . . . . | W |
| Diamètre de l'induit.. . . . . . . | D |
| Longueur brute de l'induit. . . . . | $\lambda_g$ |
| Tension de réactance. . . . . . . | V |

pour un nombre de pôles P et une vitesse R déterminés (Ici $P = 6$, $R = 1\,000$). Si l'on remarque que, d'après la courbe 3, il existe un rapport entre $\alpha$ et W et par suite entre A et W, l'on peut dire que le nombre d'ampèretours par pôle est également une des quantités comprises dans les relations définies par les courbes de la figure 6.

Les auteurs ont établi d'autres groupes de courbes analogues pour des nombres de pôles et des vitesses variées. Ils en tirent les conclusions suivantes :

1° La tension de réactance très élevée aux grandes vitesses (2 000 t. p. m.) devient très faible aux petites vitesses (125 t. p. m.) et, avec ces dernières, il sera rarement nécessaire d'employer des pôles de commutation, même pour des valeurs élevées de $\lambda_g$ ;

2° Elle augmente aussi avec la puissance et décroît avec le nombre de pôles ;

3° Naturellement, plus la longueur de l'induit $\lambda_g$ est grande, et plus la tension de réactance sera élevée ;

4° Pour une puissance W et une vitesse R données, le diamètre D diminue lorsqu'on augmente $\lambda_g$, le produit $D^2\lambda_g$ devant demeurer constant et le coefficient $\xi$ ne dépendant que de R et W (fig. 5). Par suite, en général, la tension de réactance sera d'autant plus faible que le diamètre sera plus grand. L'on sera cependant limité dans cette voie, par le coût plus élevé des machines de grand diamètre, et par des considérations d'ordre mécanique (vitesse tangentielle, etc.). Lorsque la tension de réactance dépassera certaine limite, l'on adoptera des pôles de commutation.

Sur les courbes telles que celle de la figure 6, l'on peut marquer les points qui correspondent à des dimensions permettant l'emploi de pôles à section circulaire ; le rapport $\frac{\lambda_g}{\tau}$ est alors compris entre 0,4 et 0,6.

Bien entendu, il est inutile de tracer les courbes correspondant à des vitesses tangentielles S de plus de 100 mètres à la seconde ; en fait, une vitesse de 80 mètres est une limite extrême, et des vitesses plus élevées ne sont encore à considérer qu'à titre de comparaison avec des essais récents non définitifs.

Dans ce qui suit, les auteurs se proposent de décrire une méthode de calcul commode lorsque l'on s'est fixé la puissance W, la tension et la vitesse.

Supposons qu'il s'agisse, par exemple, de calculer une machine de 500 K. W., 250 volts, 125 tours par minute. Le courant I sera

$$I = \frac{50\,000}{250} = 2\,000 \text{ ampères.}$$

Soit P le nombre de pôles ; les ampères par circuit auront les valeurs suivantes :

| P | $\frac{I}{P}$ |
|---|---|
| 8. . . . . . . . . . . . . . | 250 |
| 12. . . . . . . . . . . . . . | 167 |
| 16. . . . . . . . . . . . . . | 125 |

Dans le cas présent, il ne semble pas avantageux d'employer moins de 8 pôles, puisque le courant par circuit atteint déjà 250 ampères. Pour de grandes vitesses, l'on serait forcé de dépasser ce chiffre, mais ce n'est pas le cas actuel, et l'on adoptera un nombre voisin de 200.

TABLEAU IV

Calculs comparatifs pour une puissance utile de 500 k. w., une vitesse de 125 t. p. m. et une tension de 250 volts.

| | | NOMBRE D'AMPÈRETOURS PAR POLE DE L'INDUIT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 000 | 6 000 | 7 000 | 8 000 | 9 000 | 10 000 |
| 8 pôles. $\frac{I}{P} = 250$. $N = 8,3$. | D | » | » | » | » | » | 170 |
| | $\lambda_g$ | » | » | » | » | » | 45 |
| | $\tau$ | » | » | » | » | » | 67 |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$ | » | » | » | » | » | 15650 |
| | V | » | » | » | » | » | 3,5 |
| | $S_a$ | » | » | » | » | » | 11 |
| | $S_c$ | » | » | » | » | » | 3,33 |
| | T | » | » | » | » | » | 40 |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | » | » | » | » | » | 0,67 |
| 12 pôles. $\frac{I}{P} = 167$. $N = 12,5$. | D | » | 153 | 178 | 204 | » | » |
| | $\lambda_g$ | » | 56 | 40 | 32 | » | » |
| | $\tau$ | » | 40 | 47 | 53 | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$ | » | 12850 | 13000 | 14100 | » | » |
| | V | » | 4,0 | 3,4 | 4,0 | » | » |
| | $S_a$ | » | 10 | 11,6 | 13,3 | » | » |
| | $S_c$ | » | 4,5 | 5,25 | 6 | » | » |
| | T | » | 36 | 42 | 48 | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | » | 1,4 | 0,85 | 0,6 | » | » |
| 16 pôles. $\frac{I}{P} = 125$. $N = 16,7$. | D | » | 204 | 238 | 272 | » | » |
| | $\lambda_g$ | » | 32 | 24 | 18 | » | » |
| | $\tau$ | » | 40 | 47 | 53 | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$ | » | 12240 | 13560 | 14950 | » | » |
| | V | » | 3,2 | 2,7 | 2,4 | » | » |
| | $S_a$ | » | 13,3 | 15,3 | 17,5 | » | » |
| | $S_c$ | » | 8 | 9,3 | 10,7 | » | » |
| | T | » | 48 | 56 | 64 | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | » | 0,8 | 0,51 | 0,34 | » | » |

NOTA. — Les vitesses périphériques en mètres à la seconde de l'induit et du collecteur sont données respectivement par les valeurs de $S_a$ et $S_c$. N désigne le nombre de périodes à la seconde.

Pour $P = 8$, et en prenant $A = 10\,000$, l'on trouve sur une courbe analogue à celle de la figure 6, $\lambda_g = 45$ pour $W = 500$ K. W. C'est là une valeur trop élevée pour une puissance de cet ordre, et elle montre que l'emploi de 12 ou de 16 pôles est préférable.

Connaissant le nombre d'ampères par circuit, l'on obtient T le nombre de spires par pôle (c'est aussi le nombre de spires en série entre deux balais) en divisant A le nombre d'ampèretours par pôle par $\frac{I}{P}$. Comme l'on s'est fixé une spire par lame, T est égal aussi au nombre de lames par pôle.

Finalement l'on peut dresser le tableau IV qui permet de juger de la valeur relative des diverses solutions.

*(A suivre.)* J. B.

***Dynamo pour l'éclairage électrique des trains de la Société Felten et Guilleaume-Lahmeyer.*** — **M. Osnos.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 19 septembre 1907.

La machine décrite ici ne produit pas seulement une tension constante pour un nombre de tours variable dans de très grandes limites, mais aussi et sans l'emploi d'un inverseur, un courant de sens constant lorsque le sens de rotation change. La dynamo et son excitatrice indépendante sont d'une construction assez particulière. On peut les réunir en une seule machine en exécutant la dynamo à 4 pôles et son excitatrice à 2 pôles avec une carcasse commune mais deux collecteurs.

Mais pour des puissances supérieures à 3 KW. il est préférable de séparer les deux circuits magnétiques et de disposer seulement les induits sur un même arbre.

Le principe du fonctionnement est le suivant : Pour que la dynamo donne un courant de sens constant malgré le renversement de la marche, le champ d'excitation ou, en d'autres termes, la tension de l'excitatrice doit décroître avec la vitesse et changer de sens avec le sens de rotation. Cela se produit d'une façon tout à fait automatique et tout à fait indépendante du courant débité par la dynamo.

C'est en cela que se distingue cette machine de celle de Rosenberg et on peut modifier d'une façon quelconque la charge de la machine, sans qu'il soit nécessaire de fixer chaque fois une

nouvelle excitation. Lorsqu'il arrive même que la charge est brusquement enlevée à la dynamo, la tension de celle-ci ne s'élève pas. Dans la figure 1, D est la dynamo, qui alimente un circuit de lampes en parallèle ; $s_1$ est le circuit d'excitation de cette dynamo, qui est alimenté par le courant produit par l'excitatrice E montée sur le même arbre que la dynamo. Cette excitatrice possède en plus des balais ordinaires *aa*, des balais auxiliaires *bb* placés perpendiculairement aux premiers.

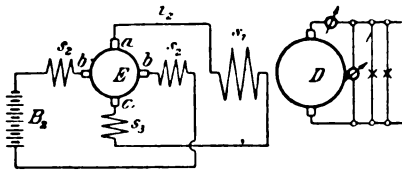


Fig. 1.

Ces balais sont en série avec le bobinage d'excitation $s_2$ de l'excitatrice. En série avec le circuit des balais *aa*, est disposé un bobinage d'excitation $s_3$ donnant un champ de même direction que le champ de réaction de l'induit; on détermine une fois pour toutes aux essais, sa valeur.

Grâce à ce bobinage, on peut donc modifier l'effet de la réaction d'induit.

Le bobinage d'excitation $s_2$ est alimenté par la batterie $B_2$ qui est chargée par la dynamo D. Le fonctionnement se fait de la façon suivante : Par le courant $i_2$ sortant des balais *a* on obtient un champ dans la direction de ces balais. Dans ce champ l'induit tourne et il en résulte qu'une force électromotrice est induite aux balais auxiliaires *bb* placés perpendiculairement aux premiers. Soit $e_2$ cette force électromotrice qui est en opposition avec la tension $e_1$ de la batterie de telle sorte que le courant d'excitation de l'excitatrice est

$$i_2 = k_1 (e_1 - e_2), \qquad (1)$$

où $k_1$ est une constante.

Puisque $e_2$ est produit par la rotation de l'induit dans le champ produit par $i_2$, on peut écrire

$$e_2 = k_2 i_2 n \qquad (2)$$

où *n* est le nombre de tours et $k_2$ une constante. D'autre part, $i_2$ résulte de la force électromotrice disponible aux balais *aa* et celle-ci est produite par la rotation de l'induit dans le champ produit par $i_1$. On peut donc aussi écrire

$$i_2 = k_3 i_1 n. \qquad (3)$$

De ces 3 équations résulte le rapport suivant, entre le courant d'excitation $i_2$ de la machine principale et le nombre de tours *n* :

$$i_2 = \frac{n}{a + bn^2} \qquad (4)$$

où *a* et *b* sont des constantes.

Puisque *n* est dans cette relation à la première au numérateur et à la seconde puissance au dénominateur, $i_2$ décroît avec *n* à partir d'une certaine valeur de *n*. Par un choix convenable des constantes *a* et *b*, c'est-à-dire des conditions magnétiques de l'excitatrice, on peut déterminer au préalable à partir de quelle valeur de *n*, $i_2$ commencera à décroître.

Si le sens de rotation change, la tension de l'excitatrice et le courant de la dynamo principale changent également. La tension de la machine principale reste donc de sens constant pour les deux sens de rotation. L'excitatrice doit être saturée d'une façon convenable, pour obtenir les meilleurs résultats, mais ceci n'est pas nécessaire pour la dynamo principale.

L'association des deux machines a une influence défavorable sur le choix des dimensions de la dynamo. Il serait même préférable de les séparer complètement et de disposer une seule excitatrice pour le train entier, tandis que sur chaque voiture serait installée une dynamo spéciale. Cela procurerait encore l'avantage de n'avoir à établir qu'une machine de construction anormale et de faible puissance.

Il faut enfin remarquer cette qualité particulière de la disposition précédente, que la tension d'excitation est tout à fait indépendante de la charge de la machine principale.

La figure 2 donne les résultats d'essais de deux machines directement couplées ; la tension et le courant de la machine principale ont été représentés en fonction du nombre de tours. On voit que la plus haute valeur vers laquelle tend la tension de la machine, est d'environ 83 volts, à 1 000 tours cette tension est 80 volts et à 600 tours 70 volts. Le nombre de tours normal de la machine devrait être d'environ 1 200. La figure 3 se rapporte à une section longitudinale, et la figure 4 à une section normale d'une machine de cette espèce avec son excitatrice.

Dans la figure 1, les balais *bb* sont en série avec le bobinage d'excitation $s_2$ ; au lieu de cela,

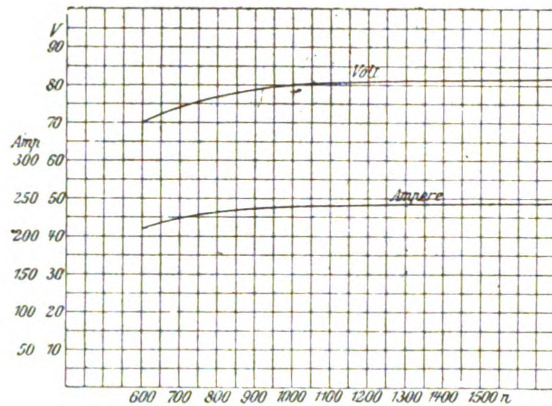



Fig. 2.

on pourrait mettre ces balais en court-circuit, ou les fermer sur une résistance variable, et les

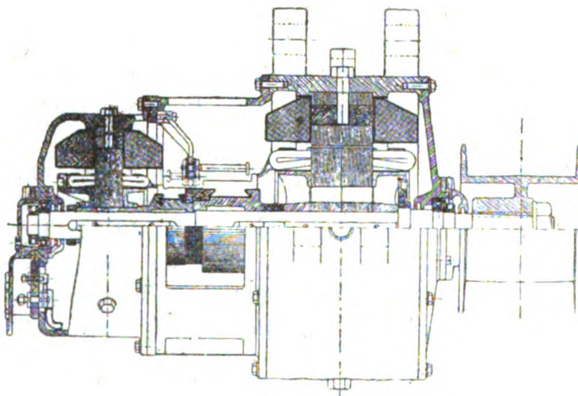


Fig. 3.

deux moitiés de $s_2$ connectées directement l'une à l'autre. Dans ce cas, de grands courants de court-circuit se produiront, toutes autres choses égales, et ces courants échauffent beaucoup le collecteur. On pourrait aussi supprimer le bobinage $s_3$ qui n'est pas une partie absolument essentielle de la machine.

On peut aussi utiliser l'excitatrice elle-même comme dynamo pour l'éclairage des trains de la façon suivante : d'après ce qui précède, à partir d'un nombre de tours donné, la tension de l'excitatrice décroît. Si on monte en parallèle avec la batterie, un bobinage $s_4$ dont l'axe coïncide avec la direction *aa* et est opposé au champ d'induit (voir fig. 5), il en résulte qu'à partir d'un nombre de tours donné la tension de la machine reste constant. Les résultats des essais avec ce

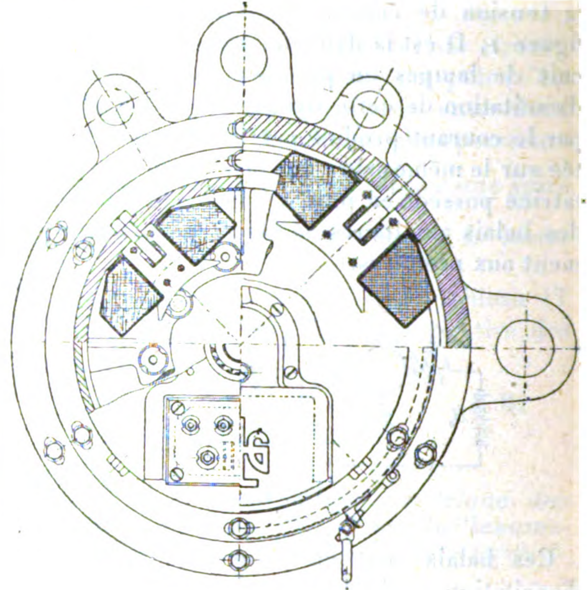


Fig. 4.

montage sont donnés dans la figure 6 ; $J_k$ est le courant de court-circuit entre les balais *bb*.

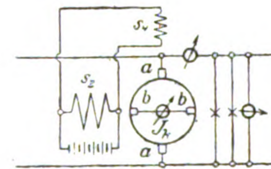



Fig. 5.

L'inconvénient de cette disposition relativement à celle de la figure 1 consiste en ce que

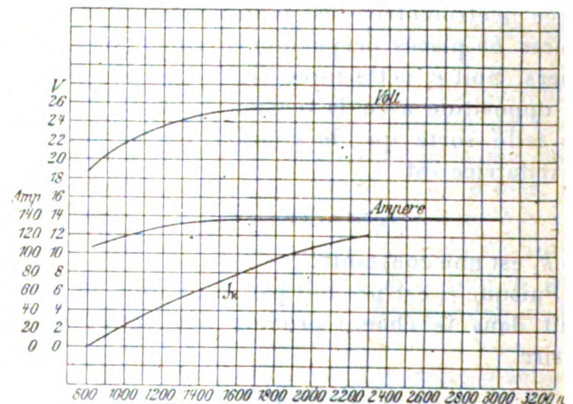



Fig. 6.

pour un changement de sens de rotation, la polarité et la caractéristique de la machine changent également.

Pour supprimer cela, on doit au moment du changement de sens de rotation, ou bien changer la direction du courant dans $s_2$ et $s_4$ ou remplacer les balais *aa* l'un par l'autre. On ne peut évidemment y arriver sans un dispositif mécanique.

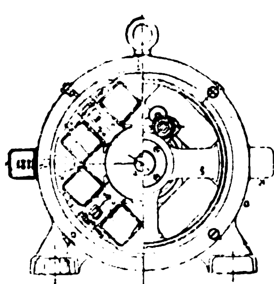


Fig. 7.

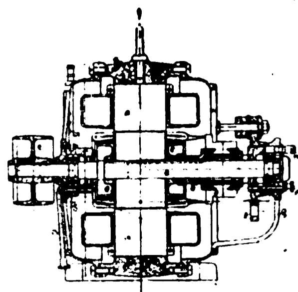


Fig. 8.

Les figures 7 et 8 représentent une coupe en long et en travers de la machine établie avec ce montage.

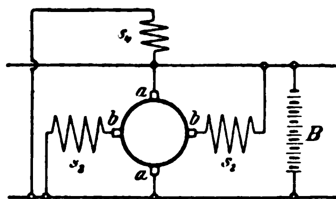



Fig. 9.

Au lieu de mettre en court-circuit les balais *bb* on pourrait aussi les connecter en série avec le bobinage $s_2$ (fig. 9) ; de même au lieu de deux bobinages distincts, $s_4$ et $s_2$ on peut seulement en employer un seul et déplacer tous les balais dans le sens de la rotation de la machine. Il y aurait d'ailleurs encore un certain nombre d'autres combinaisons de ce genre.

L. C.

## TRACTION

***Récupération avec les moteurs de traction monophasés.*** — **William Cooper.** — *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, août 1907.

Après avoir rappelé que les moteurs monophasés de traction ordinaires ont une caractéristique analogue à celle des moteurs série à courant continu, et que, par suite, de pareilles machines ne se prêtent pas à la récupération, l'auteur se propose de montrer comment il est parvenu néanmoins à obtenir cette récupération avec un équipement de 4 moteurs monophasés, sans que le montage spécial nécessaire introduise de complications sérieuses.

Supposons qu'un train muni de moteurs monophasés série ait atteint sa vitesse de régime en palier ; les moteurs ne développent alors que le couple suffisant pour vaincre les résistances passives.

Dans ces conditions, si l'on renverse les connexions de manière à transformer les moteurs en générateurs, ceux-ci ne développeront qu'un effort retardateur approximativement égal à celui dû à ces résistances passives ; il sera donc relativement très faible (1). Pour obtenir un effort plus important, il est nécessaire d'employer un moteur présentant les propriétés suivantes :

1° Il doit être capable de fonctionner avec de grandes variations du courant principal et du courant servant à l'excitation ;

2° Il doit posséder une caractéristique shunt.

Avec le moteur à courant continu, l'une des méthodes utilisables à cet effet est d'exciter les moteurs séparément ; avec un équipement de 4 moteurs, il est possible d'en employer un comme génératrice pour fournir l'excitation nécessaire aux autres moteurs. On peut également employer une batterie d'accumulateurs, mais ce procédé est en général peu pratique.

La plus grande difficulté dans l'emploi du courant continu réside dans le fait que la tension aux bornes des moteurs est constante, et qu'il est difficile par suite de lui opposer une force contre-électromotrice de grandeur convenable malgré la diminution progressive de vitesse. En effet, l'excitation ne peut être renforcée que dans de certaines limites, et de plus l'on ne dispose

(1) Tout cela s'explique par le diagramme du cercle appliqué au moteur monophasé série, mais le gros inconvénient du freinage par un tel moteur est dû surtout à ce que le couple résistant diminue lorsque la vitesse augmente, alors qu'il devrait augmenter également, pour avoir une marche stable. Il peut également se produire en même temps un courant continu occasionnant des pertes notables et réduisant considérablement le rendement (Voir à ce sujet, W. Kummer. Sur le freinage électrique avec des moteurs monophasés à collecteur. *Éclairage Électrique*, tome LII, 3 août 1907, page 174). Le moteur à caractéristique shunt n'a pas ces inconvénients (N. D. T.).

que d'un nombre restreint de couplages possibles des moteurs.

L'auteur a eu l'idée de réaliser la récupération avec un équipement monophasé en se servant d'un des moteurs comme excitatrice, de manière à obtenir une force contre-électromotrice de même direction que la tension aux bornes et donner ainsi aux autres moteurs une caractéristique shunt; en utilisant, en outre, un transformateur à prises variables, la tension aux bornes du moteur et celle aux bornes de l'excitation peuvent être variées dans de très grandes limites, et le courant monophasé possède à ce point de vue un grand avantage sur le courant continu.

Supposons donc deux moteurs série monophasés dont l'un A a son rotor relié au réseau par l'intermédiaire d'un transformateur réglable, tandis que son circuit statorique d'excitation est relié au rotor de l'autre. L'excitation de ce dernier B est fournie par des prises sur le transformateur général d'alimentation.

Le courant d'excitation du moteur B étant ainsi en quadrature avec la tension du réseau U, la force électromotrice engendrée par son rotor, et proportionnelle à la vitesse, sera également en quadrature avec U, et fera passer dans l'enroulement d'excitation du moteur A un courant décalé de 180° par rapport à U. Il en résulte que la force électromotrice induite dans le premier moteur A sera en phase (ou en opposition) avec la tension du réseau.

Des oscillogrammes montrent d'ailleurs que les forces électromotrices sont bien en opposition exacte pratiquement [1].

D'autres oscillogrammes prouvent que l'on peut, dans ces conditions, obtenir une récupération avec un facteur de puissance de 80 % avec une surcharge de 100 %, et de 99,5 % pour la pleine charge.

L'auteur indique ensuite les montages à employer pour réaliser un pareil groupe, avec un équipement de 4 moteurs série monophasés.

Au lieu des 36 contacteurs nécessaires avec l'équipement ordinaire (transformateur muni de 20 prises), l'on doit employer 54 contacteurs pouvant supporter le courant des moteurs, et 16 contacteurs pour un courant quatre fois plus faible. En outre, l'on a besoin de prises auxiliaires sur le transformateur pour régler l'excitation dans le fonctionnement en récupération, plus trois nouvelles petites bobines de self-induction pour empêcher toute mise en court-circuit du transformateur, lorsque l'on fait agir les contacteurs correspondants.

Cependant, l'auteur estime que la dépense supplémentaire ainsi entraînée est insignifiante par rapport aux résultats obtenus.

Le rendement des moteurs travaillant ainsi en génératrices semble devoir être du même ordre que celui de leur fonctionnement normal; malgré cela, lorsque le trajet ne comportera pas de rampes importantes, l'économie ne paraît pas devoir dépasser un faible pourcentage.

D'après l'auteur, l'avantage d'un tel système de récupération est dû surtout dans la facilité de réglage à toutes vitesses du frein ainsi obtenu, qui permet de ne se servir des autres freins que pour amener l'arrêt complet ou dans les cas d'urgence, et diminue ainsi l'usure et la détérioration du matériel.

Sa supériorité sur la récupération avec le moteur triphasé est due à ce que ce dernier ne peut fonctionner convenablement qu'à un nombre de vitesses très restreint.

Enfin, avec le dispositif décrit, dans le cas d'une interruption momentanée de courant sur le réseau, le groupe récupérateur se remet à fonctionner, après le rétablissement du courant, sans aucun à-coup ou oscillation.

Ce système a été expérimenté sur des locomotives devant développer des efforts de traction élevés à des vitesses très variées.

Les essais ont prouvé que la marche des moteurs dans de pareilles conditions est satisfaisante, et que le dispositif possède bien les avantages énoncés ci-dessus.

J. B.

---

[1] Un moteur muni d'une excitation analogue a déjà été proposé, notamment par M. Fynn, mais pour que l'on puisse arriver à des résultats réellement satisfaisants, il est nécessaire, comme l'a exposé M. Latour dans un brevet récent, d'assurer l'excitation du moteur B par un procédé compound, afin d'engendrer par la rotation une force électromotrice additionnelle, proportionnelle au courant principal du moteur A, et compensant l'effet des fuites magnétiques dans le rotor et l'enroulement de compensation de ce moteur A (N. D. T.).

## OSCILLATIONS HERTZIENNES & TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

***Procédé pour la production d'ondes entretenues de fréquence arbitraire,*** par **R. Rüdenberg.** — *Physikalische Zeitschrift,* 15 octobre 1907.

Sous ce titre, l'auteur revient sur un dispositif proposé depuis longtemps pour produire des ondes électriques de fréquence arbitraire (au moins théoriquement)[1]. Ce procédé consiste à relier une génératrice série, avec inducteurs en tôle feuilletée, à un condensateur.

Si l'on désigne par I le courant à un instant quelconque, la force électromotrice engendrée par la dynamo est de la forme KI, K étant une constante. Soit R la résistance ohmique apparente totale du circuit ainsi constitué ; l'on voit immédiatement en appliquant la loi d'Ohm à ce circuit que tout se passe comme si l'on avait un circuit de résistance totale R — K abandonné à lui-même. Trois cas peuvent alors se présenter suivant que l'on a

$$R > K$$
$$R = K$$
$$R < K$$

Dans le premier cas, les ondes, amorcées par un procédé quelconque, s'amortissent comme avec un circuit ordinaire, bien que plus lentement, l'énergie produite par la dynamo ne pouvant pas compenser les pertes.

Lorsque $R = K$

l'amortissement du circuit oscillant équivalent est alors nul, et des oscillations non amorties peuvent être entretenues avec une fréquence déterminée par la formule de Thomson

$$\omega = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

L et C étant le coefficient de self-induction et la capacité de tout le circuit.

Enfin, dans le troisième cas, les oscillations devraient théoriquement augmenter de plus en plus d'amplitude, l'amortissement R — K étant négatif.

[1] Si nos souvenirs sont exacts, ce système fut proposé dès 1893 par Lord Kelvin. Depuis il a été étudié par divers auteurs, parmi lesquels nous citerons O. Corbino. Sur quelques applications des propriétés des dynamos en série, *Eclairage Electrique,* tome XXXIX, 14 juin 1906, page 425. (N.D.T.)

Naturellement, en pratique, cette amplitude sera vite limitée par la saturation, les pertes dans le fer, etc.

Ces prévisions théoriques ont été confirmées par des essais effectués sur une petite machine d'environ $\frac{1}{30}$ H. P. présentant des pertes relativement élevées.

L'on employa pour ces essais des condensateurs en papier de 2 micr. far. ; une bobine de self-induction réglable pouvait être intercalée au besoin sur le circuit. Un ampèremètre thermique gradué jusqu'à 3/10 amp. servait à la mesure du courant, tandis qu'un voltmètre multicellulaire, gradué jusqu'à 400 volts, indiquait la tension aux bornes du condensateur. Enfin la fréquence était évaluée au moyen d'un appareil à résonance d'Hartmann et Braun ; on pouvait d'ailleurs la calculer par la formule du courant de charge du condensateur en fonction de la tension aux bornes. Dans ces conditions, en faisant varier la capacité de 20 à 2 micr. far., la fréquence varia entre 20 et 70 périodes à la seconde. L'on pouvait réduire le courant au moyen d'une résistance extérieure, mais au-dessous de 0,1 amp. la marche devenait instable. Ce phénomène est dù sans doute à la concavité dirigée vers le haut de la caractéristique à vide pour les courants très faibles, et à la plus grande résistance de contact des balais avec des densités très réduites.

Pour provoquer la mise en activité du phénomène, il suffisait de relier pendant un instant très court les bornes du condensateur à un petit élément d'accumulateur.

Les pertes dans le fer dépendent de la fréquence et l'intensité du courant d'excitation ; si l'on désigne par R la résistance apparente telle que, multipliée par le carré du courant, le produit soit égal aux pertes totales, l'on voit que R doit augmenter avec la fréquence et diminuer avec l'intensité du courant, les pertes dans le fer notamment croissant moins vite que le carré du courant. C'est ce que montrent les mesures effectuées d'après lesquelles, par exemple, pour des intensités variant entre 0,1 et 0,3 amp., la résistance apparente, de 100,7 ohms pour du courant continu, atteint des valeurs comprises entre 300 et 200 ohms, la fréquence étant voisine de 50.

En outre de l'effet Joule ordinaire, les pertes

sont dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault dans le fer (l'importance de ces pertes conduirait à des machines sans fer pour les hautes fréquences), aux pertes dues aux courants de court-circuit induits sous les balais (comme dans les moteurs monophasés) et enfin, à la répartition non uniforme du courant dans la section des conducteurs.

Un semblable générateur à courant alternatif est commode pour les essais et expériences nécessitant une fréquence moyenne facilement réglable dans de grandes limites. L'on peut même concevoir une machine unique fonctionnant à la fois comme moteur à courant continu, et comme générateur de courant alternatif; le triage des deux courants se ferait par une combinaison de capacités et de bobines de self-induction.

Au lieu d'une machine série, l'on peut évidemment employer un moteur à répulsion fonctionnant comme génératrice, l'enroulement du stator étant relié à un condensateur.

Si l'on parvenait à réduire considérablement les pertes énoncées plus haut, l'on pourrait ainsi constituer un générateur puissant fournissant directement des ondes électriques à haute fréquence pour la télégraphie sans fil, le condensateur étant alors simplement intercalé entre l'antenne et la terre (1).

J. B.

## ÉLÉMENTS PRIMAIRES ET ACCUMULATEURS

***Procédé pour la charge des accumulateurs sous la tension de service.*** — *L'Elettricista*, 1er octobre 1907.

Le problème de la charge d'une batterie d'accumulateurs, sans interrompre la marche du réseau alimenté, est résolu en général au moyen d'une survoltrice intercalée entre la dynamo et la batterie, ou encore en divisant celle-ci en deux sections que l'on monte en parallèle pour la charge, avec mise en série d'un rhéostat pour régler le courant absorbé.

Le système employant une survoltrice est surtout intéressant pour les stations importantes, les frais d'installation étant alors compensés par le bon rendement de ce procédé. Le second mode de charge par division en deux demi-batteries est simple, mais conduit à un rendement très bas.

Prenons, par exemple, le cas d'un réseau à 110 volts avec batterie de 60 éléments. La tension de charge par élément varie de 2,1 à 2,75 à la fin de la charge lorsque l'ébullition est violente. Si la batterie est partagée en deux sections montées en parallèle, la tension de charge totale varie ainsi de 63 à 82,5 volts. En supposant une charge à courant constant, l'on arrive ainsi à une perte de 32 à 25 % dans le rhéostat absorbant le surplus de la tension.

Le système dont nous allons faire une brève description permet d'améliorer notablement ce rendement; il est fabriqué par la firme *Dr. Paul Meyer A. G.* de Berlin et comporte l'emploi d'un commutateur spécial connu sous le nom de coupleur Micka.

La batterie est divisée en trois sections A, B, C et le coupleur permet de réaliser les montages suivants.

I. La batterie A est en série avec un groupe formé des deux autres B et C montées en parallèle.

II. La batterie A est mise hors circuit, et les batteries B et C sont couplées en série.

III. Les trois batteries sont en série.

Naturellement, sur le circuit se trouvent intercalés les appareils usuels pour la charge des accumulateurs (ampèremètre, voltmètre, disjoncteur, etc.).

Lorsque l'on veut charger la batterie, l'on commence par réaliser le montage I. La batterie A reçoit alors un courant double de celui traversant les batteries B ou C; elle sera donc chargée beaucoup plus rapidement.

Lorsqu'elle est chargée, l'on manœuvre le coupleur de manière à obtenir le montage II; l'on peut alors terminer la charge des batteries B et C. Il est important de remarquer que, dans les montages I et II, il y a toujours le même nombre

(1) En réalité, à cause des pertes signalées plus haut, il est douteux que l'on puisse arriver à des fréquences suffisantes. Dans ce but, il serait peut-être préférable d'utiliser une machine série unipolaire sans fer (analogue à l'appareil de Lorentz), actionnée par une turbine à vapeur. Le procédé décrit peut être rapproché avec intérêt de l'expérience bien connue qui consiste à alimenter par une machine série un moteur à excitation séparée. L'on obtient ainsi également un courant alternatif de fréquence réglable (toujours assez basse par suite de l'inertie de l'induit du moteur), et le moteur joue le rôle d'un condensateur électrodynamique genre Leblanc (N.D.T.).

d'éléments en série, et que, par suite, la tension totale aux bornes de la batterie ne varie pas lorsque l'on passe d'un couplage à l'autre.

Enfin le montage III correspond à la décharge.

Pour se rendre compte de l'économie réalisée, reprenons l'exemple ci-dessus relatif à un réseau de 110 volts et une batterie de 60 éléments. On partagera cette batterie en 3 sections de 20 éléments ; comme il y a toujours 40 éléments en série, le coupleur étant, soit dans la position I, soit dans la position II, la tension totale de charge aux bornes de la batterie variera de $2{,}1 \times 40 = 84$ volts à $2{,}7 \times 40 = 110$ volts. Le rhéostat additionnel n'absorbera donc qu'une tension variant de 26 à 0 volts, et si l'on charge à intensité constante, la perte d'énergie variera ainsi de 23 °/₀ à 0.

En comparant ces chiffres avec ceux qui correspondent à la charge au moyen de demi-batteries, l'on constate aisément l'économie obtenue par l'emploi du coupleur Micka.

A. B.

## MESURES

***Méthode pour la mesure de l'isolement des lignes sous charge.*** — **D. Shirt.** — *Electrical Rewiew,* 11 octobre 1907.

La méthode suivante, que l'auteur croit inédite malgré sa simplicité, a l'avantage de s'appliquer très facilement aux systèmes de distribution à trois et à cinq fils, sans nécessiter l'interruption de la mise à la terre.

Les essais peuvent être effectués de diverses manières, mais le cas simple suivant suffira à indiquer le principe.

Soit $C_1$ le courant passant par la prise de terre qui présente une résistance connue de $R_1$ ohms ; on fait varier la valeur de cette résistance, au moyen d'une résistance additionnelle, jusqu'à ce qu'elle soit égale à $R_2$, le courant devenant alors égal à $I_2$. Dans ces conditions, l'on démontre que l'isolement du système par rapport à la terre peut être calculé d'après la formule

$$\frac{C_2R_2 - C_1R_1}{C_1 - C_2}. \qquad (1)$$

La valeur absolue du courant qui passe dans un instrument de mesure étant proportionnelle aux indications $d$, la formule (1) peut s'écrire

$$\frac{d_2R_2 - d_1R_1}{d_1 - d_2}. \qquad (2)$$

La résistance $R_1$ est en général assez faible, de telle sorte que la formule (2) se réduit souvent à :

$$\frac{d_2 R_2}{d_1 - d_2}.$$

Pour démontrer la formule (1), prenons le cas où l'essai est fait sur le fil neutre d'une installation à trois fils, et désignons par $r_1$, $r_2$ et $r_3$ les résistances d'isolement respectives des conducteurs positif, neutre et négatif (fig. 1), $c_1$, $c_2$, $c_3$ les courants correspondants, V et $V_1$ les différences de potentiel de chaque pont.

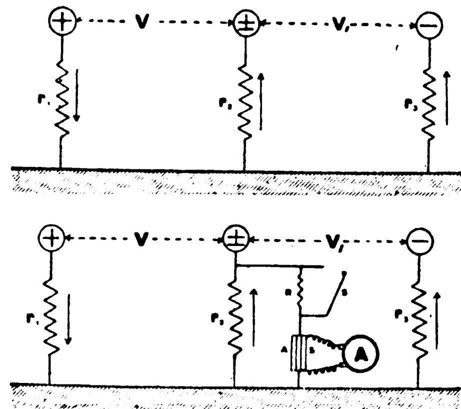



Fig. 1 et 2.

L'on a

$$c_1r_1 + c_2r_2 - V = 0,$$
$$c_3r_3 - c_2r_2 - V_1 = 0,$$
$$c_1 - c_2 - c_2 = 0.$$

D'où l'on tire

$$c_2 = \frac{Vr_3 - V_1r_1}{r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3}, \ldots \qquad (3)$$

et si

$$V_1 = V$$

$$c_2 = \frac{V(r_3 - r_1)}{r_1r_2 + r_1r_3 + r_2r_3} \ldots \qquad (4)$$

Le signe de $c_2$ dépend des valeurs relatives de $r_1$ et $r_3$.

Si nous connectons le fil neutre à la terre au moyen d'une résistance $R_1$, le courant total qui

circule entre ce fil et la terre aura pour expression

$$\frac{V(r_3 - r_1)}{\frac{r_1 r_2 R_1}{r_2 + R_1} + r_1 r_3 + \frac{r_2 r_3 R_1}{r_2 + R_1}} \text{ ampères,}$$

et le courant passant à travers la connexion, c'est-à-dire à travers l'ampèremètre A (fig. 2), l'interrupteur S étant fermé, sera

$$C_1 = \frac{V(r_3 - r_1)}{\frac{r_1 r_2 R_1}{r_2 + R_1} + r_1 r_2 + \frac{r_2 r_3 R_1}{r_2 + R_1}} \times \frac{r_2}{r_2 + R_1}$$

$$= \frac{V(r_2 r_3 - r_1 r_2)}{R_1(r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_3) + r_1 r_2 r_3}. \quad (5)$$

Par analogie, l'on écrira de même pour $C_2$ (fig. 2), l'interrupteur S étant ouvert :

$$C_2 = \frac{V(r_2 r_3 - r_1 r_2)}{R_2(r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_3) + r_1 r_2 r_3}. \quad (6)$$

Divisons (5) par (6)

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{R_2(r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_3) + r_1 r_2 r_3}{R_1(r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_3) + r_1 r_2 r_3}.$$

Toute réduction faite, l'on obtient finalement :

$$\frac{C_2 R_2 - C_1 R_1}{C_1 - C_2} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}}.$$

ce qui est bien la formule annoncée.

D'ailleurs il serait aisé de démontrer que la formule (1) s'applique encore à tout réseau relié à la terre en un point déterminé, et que l'on peut remplacer le fil neutre par l'un des autres conducteurs positif ou négatif.

Enfin, comme on l'a vu, la résistance additionnelle pourra être constituée par un rhéostat R (fig. 2) qui sera court-circuité en marche normale par l'interrupteur S.

---

# BREVETS

## CONSTRUCTIONS DE MACHINES

***Transmission électrique pour voiture à moteur thermique.*** — **T. Parker.** — Brevet anglais, n° 5570, délivré le 29 août 1907.

Un générateur shunt très saturé alimente des moteurs shunt ayant des enroulements inducteurs divisés en plusieurs sections. Ces sections peuvent être couplées de diverses manières en série ou en parallèle, avec ou sans interposition de résistances.

Des résistances sont introduites dans les circuits des moteurs au démarrage, et servent également au freinage électrique.

***Procédés d'excitations.*** — **H. Leitner.** — Brevets anglais, nos 13782 A et 13782 B, délivrés le 29 août 1907.

Ces procédés s'appliquent surtout aux groupes moteurs-générateurs à courant continu, alimentés par un réseau à fortes variations de tension tel qu'un réseau de traction. Le premier consiste à monter en série avec l'excitation shunt du moteur du groupe, une source d'électricité présentant une force électromotrice constante (ou à peu près), inférieure à la tension du réseau mais de sens contraire ; l'on pourra employer à cet effet une batterie d'accumulateurs. Il est facile de voir que la vitesse du moteur est maintenue ainsi plus constante ; supposons, en effet, que la tension du réseau varie de 100 %, soit de 240 volts à 480. Si l'on obtient la force électromotrice en opposition au moyen d'une petite batterie donnant 120 volts, la tension aux bornes de l'enroulement shunt varie ainsi de :

$$240 - 120 = 120 \quad \text{à} \quad 480 - 120 = 360 \text{ volts};$$

la variation du courant d'excitation est donc égale au $\frac{3}{2}$ de la variation de la tension aux bornes de l'induit. La vitesse du moteur est par suite maintenue plus constante [1].

Le deuxième procédé comporte l'emploi d'un petit groupe moteur-générateur alimentant un enroulement magnétisant supplémentaire placé sur l'inducteur du moteur du groupe principal. L'induit moteur de ce groupe auxiliaire est branché en dérivation sur le réseau, ainsi que les excitations des deux machines, de telle sorte que lorsque la tension de ce réseau s'élève, la vitesse et l'excitation de la génératrice du groupe auxi-

[1] Si son inducteur n'est pas saturé, un moteur shunt garde une vitesse assez constante malgré des variations de tension, en vertu de la formule de la force contre-électromotrice supposée égale, aux pertes ohmiques près, à la tension du réseau. La saturation oblige à faire croître le courant d'excitation plus vite que la tension du réseau par des procédés tels que ceux décrits (N. D. L. R.).

liaire croissent en même temps, et occasionnent ainsi un renforcement supplémentaire des ampèretours inducteurs du moteur principal; celui-ci garde ainsi une vitesse relativement constante.

*Dynamo pour l'éclairage électrique des trains.* — **British Thomson Houston.** — Brevet anglais, n° 23563 (1906).

Pour maintenir le courant circulant dans les lampes constant dans de grandes limites, l'excitation de la dynamo génératrice est assurée au moyen d'un enroulement shunt A monté de la manière ordinaire. En outre, sur les noyaux inducteurs se trouve bobiné un autre enroulement démagnétisant B monté en série avec l'enroulement principal A, mais shunté par une résistance R présentant un coefficient de température positif de valeur élevée; cette résistance sera par exemple constituée par un fil de fer. Une batterie d'accumulateurs peut être montée en parallèle avec la dynamo, et l'on peut dans ce cas employer également une soupape électrolytique pour empêcher tout retour du courant dans la dynamo, lorsque la tension de celle-ci est inférieure à la tension de la batterie.

Lorsque la vitesse augmente, la tension et par suite le courant d'excitation croissent également, et occasionnent ainsi un échauffement plus grand de R; cette résistance augmentant de ce fait beaucoup plus rapidement que celle de l'enroulement démagnétisant B, le courant passant dans celui-ci va devenir une fraction beaucoup plus élevée du courant total d'excitation et la variation de tension est ainsi considérablement réduite, l'excitation variant en sens inverse de la vitesse. Pour parfaire le réglage, l'on peut en outre monter en série sur les lampes des résistances de ballast également en fer, employées avec le système Buttner.

### LAMPES ÉLECTRIQUES

*Amortisseur à air pour lampe à arc.* — **A. Blondel.** — Brevet allemand n° 185208.

L'amortisseur comprend deux soupapes dont l'une agit d'une manière continue, comme à l'ordinaire, tandis que l'autre est détachée mécaniquement de son siège à l'allumage, pendant une certaine fraction de la course, de manière à permettre un réglage rapide de la longueur de l'arc.

*Electrode métallique pour lampe à arc.* — **Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.** — Brevet allemand n° 182782.

Pour obtenir une lumière fixe, l'on emploie comme électrode supérieure une électrode métallique en forme de coupe renversée de faible courbure et d'une épaisseur notable. Elle est munie à sa partie supérieure d'une couronne de canaux par lesquels s'échappent une partie des gaz chauds produits; l'arc est maintenu ainsi au centre de la coupe et ne peut vaciller à droite ou à gauche.

*Lampe à mercure.* — **British Thomson Houston Company.** — Brevet anglais, n° 13143 (1906).

L'électrode positive 2 (fig. 1) est en tantale,

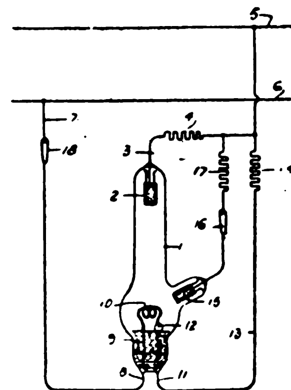


Fig. 1.

en fer, en wolfram, etc. L'électrode négative 10 est constituée par une spirale dont une des extrémités 9 est plongée dans le mercure, tandis que l'autre extrémité, protégée de tout contact par un tube en verre 12, est reliée à l'un des pôles de la ligne.

La spirale 10 est en platine, tantale, wolfram, etc. et recouverte d'une couche d'oxyde tel que l'oxyde de barium, de calcium, de zirconium, etc., ou d'un mélange de ces oxydes. Lorsque la spirale 12 est portée au rouge, elle émet des ions négatifs et le tube s'allume. Au début du fonctionnement, l'on se sert d'une anode auxi-

liaire 15 qui est ensuite mise hors circuit par l'interrupteur 16 lorsque l'anode 2 entre en activité. Grâce à la spirale 10 toute la surface de la cathode devient active, et l'on évite ainsi le vacillement de la lumière qui se produit lorsque l'arc jaillit d'un seul point de la surface cathodique, ce point variant de position à chaque instant. L'interrupteur 7 sert à fermer le circuit alimentant la spirale 10 au moment où l'on veut opérer l'allumage.

***Lampe à arc à flamme.*** – **C. E. G. Gilbert.** — Brevet anglais, n° 24576 (1906).

Ce brevet est relatif à une lampe à arc à flamme genre Bremer possédant plusieurs paires de charbons maintenues par des porte-charbons de forme spéciale ; ces paires de charbon sont toutes montées en parallèle et l'arc jaillit tantôt entre les charbons d'une paire, tantôt entre ceux d'une autre, de telle sorte que ces charbons s'usent en même temps.

Dans ce but, tous les charbons correspondant à un pôle sont maintenus dans un même plan au moyen d'un porte-charbon multiple comportant un nombre suffisant de pinces (une par charbon). Les deux électrodes ainsi formées sont inclinées par rapport à la verticale et convergent de manière à ce que les points de rencontre des charbons correspondant d'une même paire se trouvent tous sur une même ligne horizontale. L'on obtient ainsi l'équivalent de plusieurs lampes Bremer à paire de charbons unique juxtaposées.

Les pinces sont suspendues à une traverse horizontale guidée suivant les procédés ordinaires, et l'on réserve un certain jeu aux points de suspension, de manière à permettre le passage des charbons dans les trous ménagés dans la platine supérieure de la lampe, malgré les défauts que peuvent présenter les charbons de fabrication courante au point de vue de la rectitude.

Le but de cette disposition est de permettre une longue durée de fonctionnement sans être obligé de remettre des charbons. Bien qu'un principe analogue ait été appliqué à des lampes ordinaires à double paire de charbons, l'inventeur pense que son application aux lampes multiples à électrodes convergentes est entièrement nouvelle.

***Appareils de chauffage constitués par des lampes à incandescence.*** — **Leitner.** — Brevet anglais, n° 22808 (1906).

Des filaments en carbone ou en métal sont enfermés dans des enveloppes dans lesquelles, après en avoir chassé l'air, l'on introduit de l'hydrogène à une pression inférieure à la pression atmosphérique.

L'hydrogène ainsi raréfié agit, d'après des expériences, comme un corps exceptionnellement bon conducteur de la chaleur.

## ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Procédés pour la fabrication des plaques en nickel ou en cobalt.*** — **Thomas A. Edison.** — Brevets américains n° 865687 et 865688, publiés le 10 septembre 1907.

Pour fabriquer, par exemple, des plaques en cobalt, la cathode formée par un cylindre de cuivre, poli après avoir été recouvert d'une couche de nickel, est plongée d'abord dans un bain galvanoplastique à base de cobalt où elle reçoit un mouvement continu de rotation.

Lorsqu'il s'est formé un dépôt de cobalt d'une épaisseur très faible, environ $\frac{2,5}{1\,000}$ de millimètre, cette cathode est lavée, puis plongée dans une solution de sulfate de cuivre qui force le cobalt à entrer en solution, et il se forme un dépôt de cuivre d'un aspect granuleux mais d'une très grande adhérence (*copper cement*).

Elle est ensuite plongée dans un bain galvanoplastique à base de cuivre, et l'on dépose une couche de cuivre galvanoplastique tout en imprimant encore un mouvement de rotation, puis dans un bain à base de cobalt où on la recouvre d'un dépôt d'une épaisseur de $\frac{5}{1\,000}$ environ, et on recommence ce cycle jusqu'à ce que l'on soit parvenu à l'épaisseur et à la solidité désirées.

On débite alors le cylindre en longues bandes qui sont plongées dans un bain pour dissoudre le cuivre sans toucher au cobalt ; enfin, après lavage, les plaques obtenues sont recuites dans une enceinte remplie d'hydrogène.

***Fixation de l'azote de l'air.*** — **C. P. Steinmetz.** — Brevet américain, n° 865618, publié le 10 septembre 1907.

Pour produire des composés azotés en partant de l'air atmosphérique, cet air est exposé à l'action d'un arc électrique de volume minimum et de la plus grande longueur possible. Cet arc est obtenu au moyen d'un courant continu, et il dévie latéralement sous l'action d'un champ magnétique, comme dans le système Birkeland-Eyde. Mais, contrairement à ce dernier procédé, l'arc n'est pas interrompu, mais seulement maintenu à la plus grande longueur possible sans danger d'extinction. En outre, l'arc à courbure prononcée ainsi obtenu reçoit un mouvement de rotation sur lui-même au moyen d'une action magnétique, de manière à balayer l'air contenu dans la chambre de conversion. Cette rotation a pour double but d'étendre la sphère d'action de cet arc, et de limiter son temps de contact avec chaque portion de l'air qui traverse la chambre susdite; elle peut être obtenue aisément au moyen d'un champ magnétique tournant engendré par des courants polyphasés suivant le principe bien connu.

---

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont **deux** exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***La télégraphie sans fil et les ondes électriques,*** par **J. Boulanger,** colonel du génie, et **G. Ferrié,** capitaine du génie. — (6ᵉ édition). — 1 vol. in-8 de 356 pages et 181 figures. — Berger-Levrault et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : broché, 6 francs.

C'est pour nous une tâche agréable et d'ailleurs singulièrement aisée que de présenter la sixième édition de ce traité. Le nom des auteurs suffit à garantir la valeur de l'ouvrage, valeur du reste confirmée par le rapide succès des précédentes éditions. Celle-ci a été refondue et considérablement augmentée; d'une part, la partie théorique a été mise au courant des récents travaux les plus importants sur les oscillations électriques, et, d'autre part, dans la partie descriptive, l'on trouvera de nombreux et judicieux renseignements sur les appareils et procédés nouveaux et sur les installations les plus modernes. L'ouvrage est divisé en dix chapitres dont nous ferons successivement une brève analyse : Dans le chapitre I est exposé très clairement un résumé de la théorie de Maxwell; les équations de l'illustre physicien y sont établies de la manière la plus simple. La vérification expérimentale des principes ainsi formulés fait l'objet du chapitre II qui rappelle les célèbres expériences de Hertz. Le chapitre III donne une description sommaire d'une station de télégraphie sans fil, et le chapitre IV est consacré à l'étude des ondes stationnaires. Comme additions fort intéressantes à ce dernier chapitre, nous signalerons notamment un exposé succinct très précis de l'amortissement, et une description des ondomètres ou kummètres [1] parmi lesquels il convient de citer l'appareil remarquable par son extrême simplicité imaginé par le capitaine Ferrié. Avec le chapitre V nous abordons les théories de la télégraphie sans fil ; l'on trouve, dans ce chapitre, une démonstration très simple de la théorie de M. Blondel complétée par quelques remarques d'ordre théorique ou expérimental. Le chapitre VI, l'un des plus importants, est relatif aux antennes et aux divers procédés et schémas proposés pour la transmission et la réception ; naturellement, les dispositifs indiqués récemment pour l'utilisation des ondes entretenues y sont passés en revue, ainsi que les principaux systèmes à ondes dirigées. Dans les chapitres VII et VIII les auteurs procèdent à l'analyse détaillée des instruments, appareils de transmission et de réception, et il est certain que leur longue expérience du sujet les désignait tout particulièrement pour cette étude. Le chapitre VII donne en particulier quelques renseignements pleins d'intérêt sur les montages avec utilisation du courant al-

[1] A ce propos, nous nous permettrons de remarquer que le terme *cymomètre* est plus exact, ainsi que l'a reconnu d'ailleurs ultérieurement M. Fleming auquel était dû le terme kummètre.

ternatif, montages du reste réalisés avec le succès que l'on sait, à la station militaire de la Tour Eiffel.

Quant au chapitre VIII, il contient un examen critique très complet des divers cohéreurs et détecteurs, y compris les plus récents tels que les détecteurs magnétiques ou à gaz. Le chapitre IX est réservé à la description d'installations typiques, agrémentée de nombreux clichés. Enfin, dans le dernier chapitre se trouvent les documents administratifs indispensables pour procéder à des projets d'installation : la convention de Berlin et le Règlement international de 1906, le décret français du 5 mars 1907 sur la radiotélégraphie, et une liste des stations existant dans le monde entier.

Comme l'on pourra en juger par ce rapide aperçu, l'ouvrage est complet et bien équilibré ; sans doute, il eût été facile de développer beaucoup plus longuement certains points d'un sujet si vaste, mais ainsi que le déclarent les auteurs dans leur préface, ils se sont spécialement attachés à constituer un guide précis, n'abordant que des questions suffisamment étudiées au point de vue pratique.

Ils ont atteint largement ce but, et cette sixième édition ne peut que connaître le succès de ses devancières.

J. Bethenod.

***A text book of electrical engineering*** (Traité d'électrotechnique), par le Dr **A. Thomälen,** traduit de l'allemand par **George W.-O. Howe.** — 1 volume in-8 de 456 pages avec 454 figures. — E. Arnold, éditeur, Londres. — Prix : relié, 18 fr. 75.

Le nom de l'auteur n'est pas inconnu aux lecteurs de l'*Eclairage Electrique* qui en a reproduit quelques études parues dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* et dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*. Cet ouvrage est destiné plus spécialement aux élèves des Écoles techniques et doit servir d'intermédiaire entre les traités élémentaires et les ouvrages réservés à l'étude complète d'une question spéciale ; l'on y trouve exposés les principes des divers appareils et machines électriques à courants continus et alternatifs, sans entrer naturellement dans les détails de construction. Il nous a été rarement donné de lire un traité remplissant aussi parfaitement ce but ; bien que les calculs soient toujours très élémentaires, ils conduisent néanmoins, par exemple, aux diagrammes complets des courants alternatifs.

Le traducteur ne s'est pas d'ailleurs contenté de suivre littéralement l'édition allemande, mais il y a apporté des modifications ou additions heureuses, telles que le paragraphe 101 relatif à l'essai des alternateurs par la méthode Potier. Certains sujets, sans doute plus familiers à l'auteur, ont été peut-être développés un peu au détriment d'autres sujets d'égal intérêt et les références aux travaux antérieurs ne sont pas toujours indiquées exactement ; ce sont là cependant des critiques de peu d'importance et le traité de M. Thomälen inculquera de saines notions d'électrotechnique à ses lecteurs.

J.-G. C.

***Les turbines à vapeur et à gaz,*** par **G. Belluzo,** traduit de l'italien par **G. Civalleri.** — 1 volume grand in-8 de 436 pages, avec 317 figures et 23 planches. — H. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : broché, 20 francs ; relié, 22 fr. 50.

Ce traité débute par un exposé général de la théorie des fluides et des vapeurs. Les phénomènes liés à la détente de la vapeur d'eau à haute pression et à son mouvement y sont consciencieusement étudiés par des méthodes graphiques dont on apprécie surtout la valeur dans la seconde partie du volume où les problèmes ne se présentent plus sous une forme générale, mais entourés des conditions spéciales que l'on rencontre dans les diverses classes de turbines, à action, à réaction [1], limites, etc. On ne saurait trop recommander, dans la formation des techniciens, l'emploi de ces procédés graphiques qui ont un double mérite, celui de parler aux yeux et à l'esprit. La troisième partie est une description détaillée des divers types de turbines à vapeur avec leurs avantages mécaniques et économiques. L'ouvrage se termine par un chapitre sur les applications des turbines à la commande des navires, chapitre d'autant plus important que de nombreux progrès restent encore à faire dans cette voie. On pourrait regretter peut-être, que les données nécessaires à l'étude d'un projet précis de turbines à vapeur n'aient pas été groupées et rattachées à quelques exemples particuliers et ce travail de synthèse positive eût été fort intéressant et fort utile dans cette matière un peu neuve, et où les documents de réelle valeur sont encore peu nombreux.

J.-D.

[1] L'auteur attribue à Parsons l'idée même de la turbine à réaction ; mais si Parsons a eu le très grand mérite d'en trouver les réalisations pratiques, l'idée première revient à Tournaire qui l'a exposée, il y a 50 ans, dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Paris.

***Formules, tables et renseignements utiles,*** par **S. Claudel.** — Tome II (11[e] édition, revue et corrigée par **G. Darriès**). — 1 volume in-8 de 300 pages, avec 618 figures. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris. — Prix des deux volumes : brochés, 30 francs ; reliés, 34 francs.

La seconde partie de ce volumineux aide-mémoire ([1]) comporte six chapitres (de VIII à XIV), traitant successivement les sujets suivants : les routes et canaux, le calcul et la construction des ponts, les moteurs à vapeur et à gaz, les chemins de fer (parmi lesquels se trouvent classées, par une généralisation un peu excessive, les voitures automobiles), l'architecture, les matériaux de construction, les fondations et constructions civiles. Certains de ces chapitres, grâce sans doute à la situation des auteurs, sont irréprochables, et il nous paraît difficile de faire mieux. Malheureusement, certains autres ne sont pas exempts de quelques critiques : c'est ainsi que la question des turbines à vapeur, pourtant si importante dès à présent, est à peine effleurée, que la traction électrique des tramways est traitée un peu sommairement, étant donné son importance prépondérante à l'heure actuelle (pour toute figure relative à ce genre de traction, l'on ne trouve qu'un dessin de voiture... remorquée), que la première locomotive Heilmann est décrite comme type de la voiture électrique ! Les auteurs déclarent d'ailleurs que « les locomotives électriques conviennent surtout pour des trains marchant à une vitesse sensiblement constante et avec une résistance également constante ; mais elles n'ont pas la souplesse de marche d'une locomotive à vapeur munie de sa coulisse », etc. Nous laissons aux exploitants le soin de réfuter cette opinion, qui pouvait, à la rigueur, avoir cours il y a 15 ans.

En notre qualité d'électricien, nous ne pouvions moins faire que de relever ces quelques erreurs ou omissions, mais l'ouvrage possède néanmoins des qualités très sérieuses et d'ailleurs fort appréciées ; nous formulons le vœu qu'une douzième édition vienne rapidement désarmer nos critiques.

J. B.

***Die Elektrochemische und Elektrometallurgische Industrie Grossbritanniens*** (L'industrie électrochimique et électrométallurgique en Angleterre), par **John Kershaw**, traduit de l'anglais par le Dr **M. Huth**. — 1 volume in-8 de 180 pages, avec 87 figures et 10 tableaux. — W. Knapp, éditeur à Halle a. S. — Prix : broché, 9 m.

Ce livre donne un court aperçu de ce qui a été fait en Angleterre dans certains domaines de l'électrochimie et de l'électrométallurgie. C'est un exposé de faits, complété par d'intéressantes données sur les productions diverses et par la comparaison avec les productions des autres pays.

Pour un sujet aussi important et d'un aussi grand avenir que celui de l'électrométallurgie, on aurait voulu trouver cependant des renseignements plus précis sur les méthodes et les appareils de fabrication.

L. G.

***Introduction à l'étude de l'Électricité Statique,*** par **Bichat et Blondot** (2[e] édition). — 1 vol. in-8 de 200 pages avec 80 figures. — Gauthier-Villars, éditeur à Paris. — Prix : broché, 5 francs.

Destiné aux élèves qui se préparent aux épreuves du certificat de physique des Facultés des Sciences ou à l'École Polytechnique, ce petit traité est bien une introduction claire à l'étude des phénomènes électrostatiques.

Les auteurs ont eu le très grand mérite d'amener peu à peu le lecteur, qu'ils veulent instruire, de l'observation des faits aux lois qui les régissent et qui les expliquent. Ils l'ont fait par des déductions simples et dans un style net et précis.

J. D.

---

## VOLUMES REÇUS

***Einige Messversuche der ankommenden Ströme bei der drahtlosen Telegraphie,*** par **Béla Gati**. — Extrait du " *Physikalische Zeitschrift* ". Leipzig.

***Die elektrische Wellentelegraphie. Einführung in die Theorie und Praxis,*** par **O. Arendt**. — 1 volume in-8, de 169 pages avec 139 figures. — Fried. Vieveg Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 6 marks ; relié 7 marks.

***Introduction à l'étude de l'Electricité statique et du Magnétisme,*** par **E. Bichat** et **R. Blondlot** (2[e] édition). — 1 volume in-8 de 188 pages avec 80 figures.— Gauthiers-Villars, éditeur, Paris. — Prix : broché, 5 francs.

([1]) Pour l'analyse de la première partie, voir l'*Éclairage Électrique* du 20 avril 1907, page 48.

***Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik und Meteorologie***; T. III. — 1 volume gr. in-8, de 922 pages avec 499 figures. — Friedr. Vieweg et Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 16 marks : relié, 18 marks.

***Formules, tables et renseignements usuels,*** par **J. Claudel.** — T. II (11e édition revue et corrigée par **G. Dariès**). — 1 volume in-8 de 1300 pages avec 618 figures. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris. — Prix des 2 volumes : brochés, 30 francs ; reliés, 34 francs.

***Die Elektrochemische und Elektrometallurgische Industrie Grossbritanniens,*** par **John B.-C. Kershaw.** — Traduit en allemand par **Dr Max Huth.** — 1 volume in-8 de 180 pages avec 87 figures. — Wilhelm Knapp, éditeur, Halle a. S. — Prix : broché, 9 marks.

***Contribution à la construction et à l'emploi des lampes électriques portatives dans les mines,*** par **E. Dinoire.** — Brochure in-16 jésus de 66 pages. — J. Tallandier, éditeur, Lille. — Prix : broché, 2 francs.

***Praktische Photometrie,*** par **Dr Emil Liebenthal.** — 1 volume in-8 carré de 445 pages avec 200 figures. — Friedr. Wieweg u. Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 19 marks ; relié, 20 marks.

***Annuaire Marchal des chemins de fer et des tramways.*** — 1 volume grand in-8 raisin de 1 392 pages. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris. — Prix : cartonné, 10 francs.

***Frick's Physikalische Technik.*** Tome II par **Dr Otto Lehmann.** — 1 volume in-8 jésus de 762 pages avec 1 443 figures et 3 planches hors texte. — Friedr. Vieweg u. Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 20 marks ; relié, 22 marks.

***Die Elektrischen Bahnen und ihre Betriebsmittel,*** par **Herbert Kyser.** — 1 volume in-8 carré de 153 pages avec 73 figures et 10 planches hors texte. — Friedr. Vieweg u. Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 5 m. 50 ; relié, 6 marks.

***Le Mécanicien industriel,*** par **P. Blancarnoux.** — 1 volume in-8 de 820 pages avec 400 figures. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris. — Prix : broché, 12 francs ; cartonné, 13 fr. 25.

***Sulla deviazione dei ioni generanti le scintille doruta el un campo elettrico trasversale,*** par le Pr **Augusto Righi.** — Mémoire lu à l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne. — Brochure de 12 pages avec 5 figures. — Gamberini et Parmeggiani, éditeurs, Bologne.

***Sulla funzione del Condensatore nel rocchetto d'induzione,*** par le Dr **Michele La Rosa.** — Extrait du « Nuovo Cimento », Florence.

***Nozioni di Elettrotecnica,*** par **Alamanno De-Maria.** — 1 volume grand in-8 de 830 pages avec 840 figures. — S. Lattes et C., éditeurs, Turin. — Prix : broché, 18 lires.

***Les Nouvelles Machines thermiques,*** par **A. Berthier.** — 1 volume in-8 de 324 pages avec 152 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : broché, 10 francs ; relié, 11 fr. 50.

***Resonanz unter dem Einfluse von Wirbelströmen und Hysterese,*** par **Dr G. Benischke.** — Extrait de « *Elektrotechnik und Maschinenbau* », Vienne.

***Die Anwendung des Transformators als regulierbarer Widerstand,*** par **Dr G. Benischke.** — Extrait de « Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen », Berlin.

CHARTRES — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Noubt.

Tome LIII. Samedi 9 Novembre 1907. 14e Année. — N° 45.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

## L'ÉNERGIE



# SUR L'EXPRESSION DE LA RÉSISTIVITÉ ÉLECTROLYTIQUE ET SES CONSÉQUENCES

L'étude que nous avons faite précédemment ici même de la *Vibration ordinaire sinusoïdale et de la vibration ionique* (¹), nous a amené à faire intervenir les dimensions réelles des ions sous la forme de leurs rayons. Il est intéressant à ce sujet d'établir à nouveau l'expression que nous avions déjà donnée antérieurement de la résistivité électrolytique (²), en ne considérant plus les ions comme réduits à de simples points matériels, mais en faisant figurer leurs dimensions : l'introduction des rayons des ions dans la formule vient, en effet, donner une idée très curieuse, et d'ailleurs facilement concevable, de la *densité moyenne réelle de courant* pendant la vibration même des ions.

On sait qu'un électrolyte est caractérisé par la présence des ions dans un diélectrique. On doit pouvoir déduire de ce fait les lois de l'électrolyse, et notamment l'expression de la résistivité électrolytique, par l'application du principe de la *Conservation de l'énergie*.

Le mécanisme de l'électrolyse peut, avons-nous vu, se décomposer dans les stades suivants (voir la figure 1) :

1° Une orientation des ions en files d'ions alternativement positifs et négatifs entre les électrodes, d'après les propriétés attractives et répulsives bien connues des charges élec-

(¹) Voir *Eclairage Electrique*, tome LI, n° 19, 1907, p. 184.
(²) Voir *Eclairage Electrique*, tome XLII, n° 4, 1905, p. 128.

triques, et conformément aux lois de l'équilibre chimique, qui ne permettent de concevoir un ion positif qu'en présence d'un ion négatif et d'une partie de l'électrolyte non ionisé.

2° Une attraction par les électrodes des ions extrêmes, leur décharge électrique et leur recharge en sens contraire, puis une répulsion des électrodes de ces ions ayant acquis une charge électrique de même signe que celle de l'électrode voisine.

3° Il se produit alors un renversement de l'orientation des ions intermédiaires de la file d'ions, dont les têtes de files ont changé de polarité, conformément aux propriétés attractives et répulsives des charges électriques voisines suivant leurs signes relatifs.

4° Une combinaison des ions extrêmes voisins de la file d'ions, *de même nature chimique, mais possédant des charges électriques contraires,* avec mise en liberté par conséquent de molécules *neutres* aux électrodes, dans leur voisinage immédiat, et non en un point quelconque de l'électrolyte, ces molécules neutres venant d'être libérées pouvant ensuite réagir sur l'électrolyte, dans des réactions secondaires.

Il se produit en même temps, si l'on suppose la concentration maintenue constante, une nouvelle ionisation spontanée de l'électrolyte pour rétablir l'état d'équilibre chimique, c'est-à-dire de minimum d'énergie potentielle du système (1), troublé par le départ d'ions combinés sous la forme de molécules libres neutres, nouvelle ionisation ramenant à sa valeur primitive le nombre des groupes d'ions dans la file. Ces nouveaux ions s'intercalent dans la chaîne dans son orientation actuelle.

5° Un nouveau renversement de l'orientation des ions, dont les têtes de files se trouvent être de la polarité respective des électrodes, après la libération des molécules neutres aux électrodes, ramenant alors le système à l'état initial, et continuation du phénomène suivant les mêmes stades.

Si cette manière de voir est l'interprétation exacte du phénomène, elle doit permettre d'établir les lois de l'électrolyse. Écrivons donc la loi de la *Conservation de l'énergie* pendant la marche du phénomène.

L'énergie fournie aux bornes de la cuve d'électrolyse est utilisée à deux fins :

1° *La décharge et la recharge en sens contraire des ions extrêmes.* Ce travail a pour expression :

Quantité d'électricité $\times$ potentiel.

On a donc ici :

Décharge. . . . . . . : $q \times v$ }
Recharge en sens contraire : $q \times v$ } $= 2q \times v$ pour une électrode ;
» » } $2q \times v'$ pour l'autre électrode ;

soit, en tout, pour cette première partie du travail :

$$2q(v+v') = 2q\mathrm{V},$$

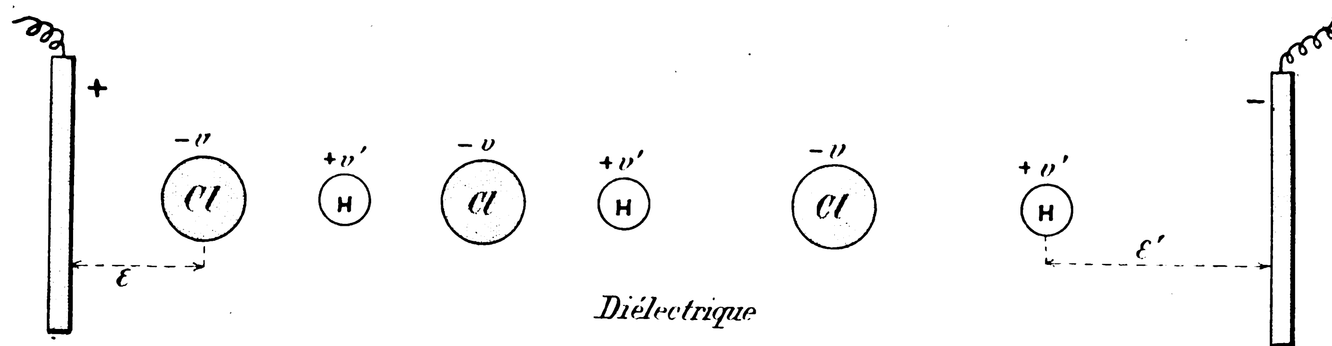
pour la mise en liberté finale de 2 ions de chaque côté sous forme de 2 molécules libres, et par conséquent, la décomposition de 2 molécules d'électrolyte. Soit donc pour 1 molécule d'électrolyte, ou plutôt pour 1 « *équivalent électrochimique* », la moitié seulement de cette quantité, c'est-à-dire :

$$q \times \mathrm{V},$$

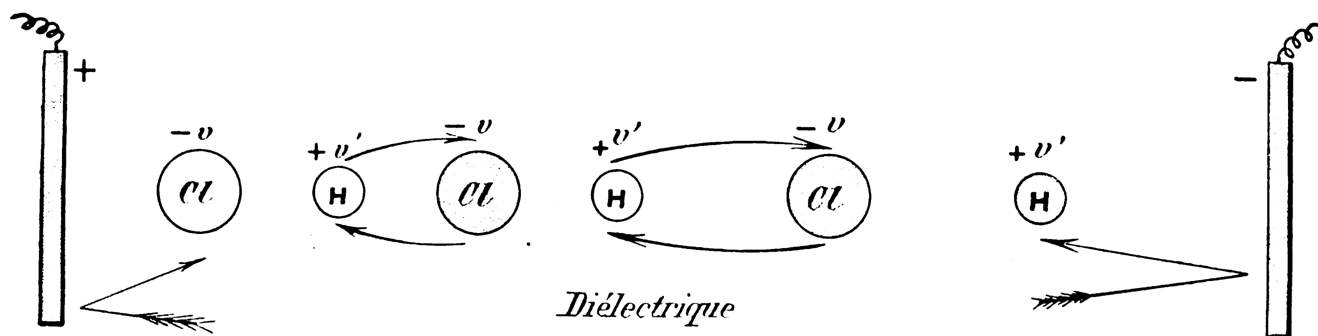
ou, d'une manière générale, avec la notation déjà adoptée précédemment (2) :

$$\frac{1}{\nu} \times 2q \times \mathrm{V},$$

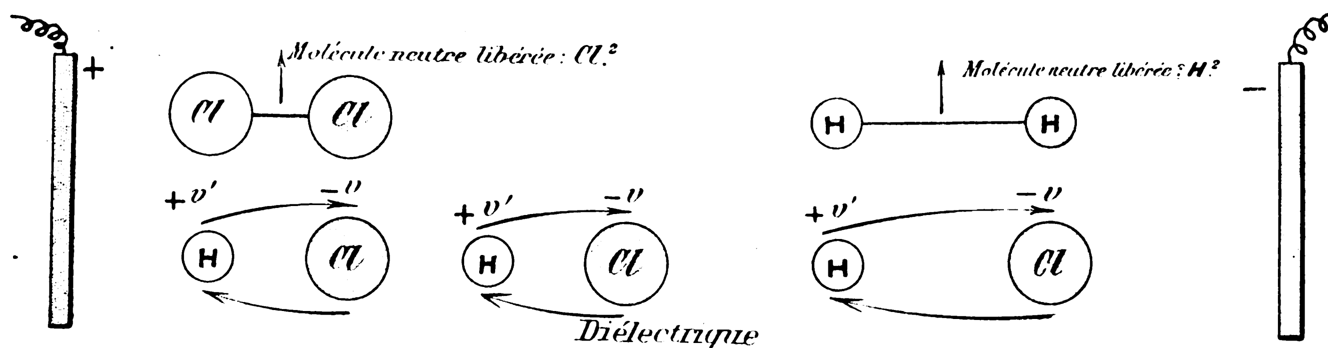
(1) Voir *Eclairage Electrique*, tome XXXIV, n° 5, 1903, p. 152.
(2) Voir *Eclairage Electrique*, tome XXXIV, n° 5, 1903, p. 156.



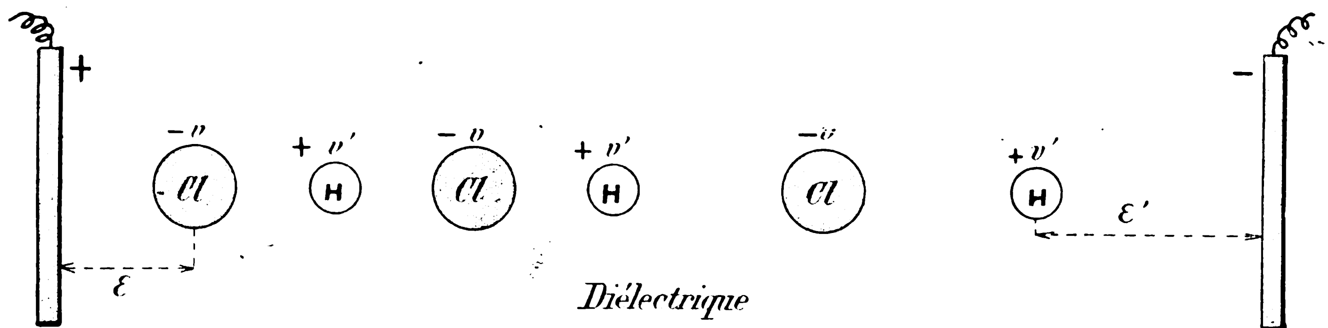

I. Orientation des ions.




II. Attraction, puis répulsion des ions extrêmes. Premier renversement de l'orientation de $(n - 1)$ groupes d'ions intermédiaires.




III. Libération de molécules neutres aux électrodes. Nouvelle ionisation compensatrice de l'électrolyte. Deuxième renversement de l'orientation de $n$ groupes d'ions. [Le nombre des ions n'a pas varié, car deux molécules de HCl se sont à nouveau ionisées pour rétablir l'état d'équilibre chimique, troublé par le départ des ions combinés sous la forme de molécules neutres libérées aux électrodes : $H^2$ et $Cl^2$. Les nouveaux ions se sont intercalés dans la chaîne dans son orientation actuelle.]




IV. État final semblable à l'état initial.

Fig. 1. — Électrolyse de l'acide chlorhydrique. Un courant d'acide chlorhydrique gazeux entretient constante la concentration en HCl, par suite aussi celle des ions (H) et (Cl). (Les électrodes + ont été hachurées par erreur).

$\nu$ étant le nombre des valences rompues à partir des ions dans l'électrolyse, dans la réaction moléculaire la plus simple, et V la force électromotrice de décomposition de l'électrolyte.

On voit par là le caractère additif de la force électromotrice de décomposition d'un électrolyte (¹), V étant la somme des tensions propres des ions, $v$ et $v'$.

2° *Le travail de déplacement des ions dans le champ de forces créé par les deux électrodes.*

A l'électrode + : une attraction suivie d'une répulsion : $f \times 2\varepsilon$,

» — : » » » : $f' \times 2\varepsilon'$,

$\varepsilon$ et $\varepsilon'$ étant les amplitudes respectives des déplacements, c'est-à-dire la distance des ions au voisinage des électrodes positive et négative, qui est en même temps la projection du chemin parcouru par l'ion correspondant sur la direction de la force, et $f$ et $f'$ étant les valeurs moyennes d'une intégrale, à déduire de l'application de la loi de Coulomb, qui régit les phénomènes d'attraction et de répulsion électriques en reliant l'intensité de la force à l'inverse du carré des distances.

Cherchons l'expression de ce travail, et, à cet effet, déterminons la valeur moyenne $f$ figurant dans cette expression.

La loi de Coulomb donne :

$$F = k^2 \times \frac{q^2}{x^2},$$

F étant la force d'attraction ou de répulsion s'exerçant à la distance $x$, entre deux corps chargés chacun d'une quantité d'électricité $q$.

Il suffit donc de déterminer la valeur moyenne de cette expression, de $x = (r + r')$, au moment du contact des deux ions de rayons respectifs $r$ et $r'$, à $x = \varepsilon$, écartement réel des ions au point considéré (voir la figure 2).

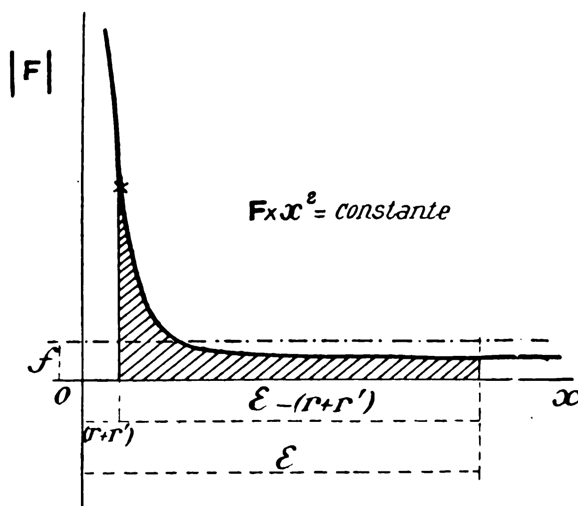



Fig. 2. — Détermination de la valeur moyenne $f$ de la force d'attraction ou de répulsion, de $x = (r + r')$ à $x = \varepsilon$, d'après l'application de la loi de Coulomb : $F \times x^2 =$ constante $= k^2 \times q^2$.

On a ainsi pour cette valeur moyenne :

$$f = \frac{\text{Aire de la courbe de } x = (r + r') \text{ à } x = \varepsilon}{\varepsilon - (r + r')} = k^2 \times q^2 \times \frac{\int_{r+r'}^{\varepsilon} \frac{1}{x^2} \times dx}{\varepsilon - (r + r')} = k^2 \times q^2 \times \frac{1}{(r + r') \times \varepsilon}.$$

(¹) Cf. *Éclairage Électrique*, tome XLII, 1905, p. 165.

Il suit de là que l'expression du travail de déplacement des ions dans le champ de forces créé par les électrodes : $f \times \varepsilon$, est indépendante de $\varepsilon$, et l'on a par conséquent :

$$2f \times \varepsilon = 2f' \times \varepsilon' = 2 \times k^2 \times q^2 \times \frac{1}{(r+x')} = \text{constante},$$

et il en sera de même pour tous les ions intermédiaires de la file d'ions.

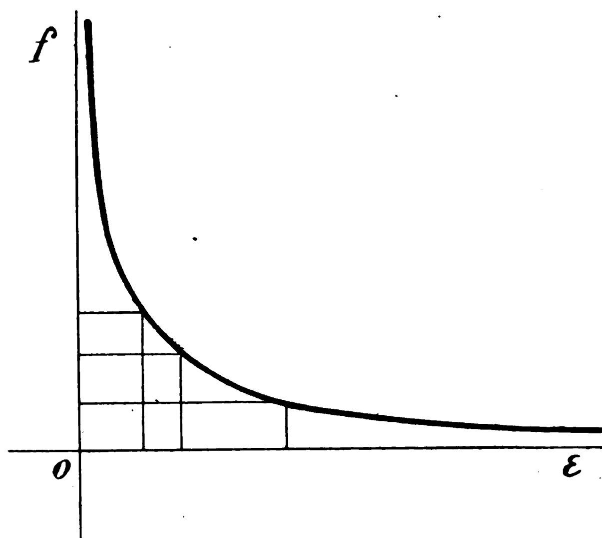



Fig. 3. — Hyperbole équilatère : $f \times \varepsilon$ = constante, $f$ étant la valeur moyenne de la fonction F correspondant à l'écartement $\varepsilon$ des ions au point considéré dans l'électrolyte.

La figure 3 représente l'hyperbole équilatère : $f \times \varepsilon =$ constante, $f$ étant la valeur moyenne de la fonction F, donnée par l'application de la loi de Coulomb pour l'écartement correspondant $\varepsilon$ des ions au point considéré dans l'électrolyte.

On peut donc prendre la quantité $(f \times \varepsilon)$ comme unité de travail pour l'évaluation des divers travaux des ions intermédiaires de la file, quels que soient leur écartement respectif les uns des autres, et la variation quelconque de cet écartement, d'une électrode à l'autre. On verra, en effet, par l'étude de l'*Expression de la Période de vibration des ions,* dans un prochain article, que les ions extrêmes de la file d'ions sont à des distances des électrodes qui sont fonction de leurs masses respectives.

Déterminons, au moyen de cette unité, les travaux des ions intermédiaires dans le double renversement périodique de l'orientation des ions.

Les deux ions extrêmes de la file, chargés en sens contraire de leur sens habituel normal à la suite du contact des électrodes, repoussent à des distances $\varepsilon$ et $\varepsilon'$ les ions voisins de la file, et attirent de distances égales les ions chargés d'électricité contraire, déterminant ainsi par répercussion le premier renversement de l'orientation de tous les ions intermédiaires de la file d'ions.

D'après ce qu'on a vu ci-dessus, le travail correspondant à ce déplacement a pour valeur, pour chaque ion $(f \times \varepsilon)$, et pour chaque groupe d'ions $2 \times (f \times \varepsilon)$, par conséquent.

Autant il y a de groupes d'ions, autant de fois nous avons le travail $2 \times (f \times \varepsilon)$.

Or, il y a $(n - 1)$ groupes d'ions, qui, avec les deux ions extrêmes, forment les $n$ groupes d'ions de l'électrolyte dans la file d'ions de longueur minima comprise entre les électrodes.

Le travail du déplacement pour le premier renversement de l'orientation des ions a donc pour valeur :

$$(n - 1) \times 2 \times (f \times \varepsilon).$$

Cette orientation met en présence aux électrodes deux ions de même nature chargés d'électricité contraire : ils se combinent pour donner naissance à une molécule neutre, qui se trouve mise en liberté.

Ce fait met en évidence une autre loi de l'électrolyse : les produits de l'électrolyse ne sont mis en liberté qu'aux électrodes, dans leur voisinage immédiat, et non en un point quelconque de l'électrolyte. On en voit ici la raison.

Il n'y a donc plus dans la file d'ions considérée que $(n - 2)$ groupes d'ions. Mais immédiatement, et pendant que la combinaison précédente enlevant des ions au système avait lieu, de nouvelles molécules s'ionisaient pour rétablir l'état d'équilibre chimique entre les ions et l'électrolyte, troublé par le départ des ions sous la forme de molécules neutres libérées aux électrodes, c'est-à-dire pour réaliser à nouveau l'état de minimum d'énergie potentielle du système électrolytique, et ramener par suite le nombre des groupes d'ions à sa valeur initiale $n$, puisque nous avons supposé l'électrolyte maintenu à concentration constante.

Il faut noter que cette ionisation nouvelle de l'électrolyte donnant naissance à deux groupes d'ions s'est produite au moment même de la libération des molécules neutres, par suite des lois de l'*équilibre chimique*, et, par conséquent, les nouveaux ions se trouvent orientés dans la file d'ions actuelle comme leurs semblables.

Or, dès qu'à chacune des deux électrodes la molécule provenant de la combinaison des ions extrêmes de même nature chimique, mais chargés d'électricité contraire s'est trouvée formée, les deux nouveaux groupes d'ions se sont intercalés dans la chaîne, et les deux ions extrêmes actuels sont de polarité contraire aux électrodes. Il y a donc un nouveau renversement de l'orientation des ions, formant actuellement $n$ groupes, nouvelle orientation qui les ramène à leur position initiale.

Comme ci-dessus, le travail correspondant à cette orientation a pour expression :

$$2 \times (f \times \varepsilon) \times n.$$

La somme de ces travaux relatifs au double renversement périodique de l'orientation des ions, en partant d'un état initial donné jusqu'au rétablissement du même état final a donc pour valeur :

| | |
|---|---|
| Attraction suivie de répulsion aux deux électrodes pour les deux ions extrêmes : | $2 \times (f \times \varepsilon) \times 2$ ; |
| Première orientation des ions intermédiaires de la file d'ions . . . . . . : | $2 \times (f \times \varepsilon) \times (n - 1)$ ; |
| Deuxième » » » » » » : | $2 \times (f \times \varepsilon) \times n$ ; |
| Total : | $2 \times (f \times \varepsilon) \times (2n + 1)$. |

c'est-à-dire au total $2 \times (f \times \varepsilon) \times (2n + 1)$,

pour la décomposition en fin de compte de 2 molécules d'acide chlorhydrique, constituant l'électrolyte par exemple. Nous aurons donc, pour la décomposition d'une seule molécule, ou plutôt d'un seul « *équivalent électrochimique* » d'électrolyte, la moitié seulement de cette quantité, soit :

$$(f \times \varepsilon) \times (2n + 1),$$

et, d'une manière générale,

$$\frac{1}{\nu} \times 2 \times (f \times \varepsilon) \times (2n + 1),$$

avec la notation générale précédemment adoptée.

Le travail total par file d'ions, comprenant tant la décomposition de l'électrolyte et la mise en liberté de molécules neutres aux électrodes, résultat de cette décomposition électrolytique, que les travaux relatifs au double renversement périodique de l'orientation des ions, a donc pour expression:

$$\tau = q \times V + (f \times \varepsilon) \times (2n + 1).$$

Remplaçons dans cette expression la quantité $(f \times \varepsilon)$ par sa valeur calculée plus haut:

$$(f \times \varepsilon) = k^2 \times q^2 \times \frac{1}{(r + r')}.$$

On obtient ainsi la relation:

$$\tau = q \times V + k^2 \times q^2 \times \frac{(2n + 1)}{(r + r')}.$$

Rapportons ce travail à l'unité de temps, en posant l'équation:

$$q = i \times T,$$

$i$ représentant une intensité de courant et ici la valeur moyenne d'une intégrale, et T étant le temps nécessaire à l'accomplissement des quatre stades de l'électrolyse, c'est-à-dire en un mot et par définition même: *la Période de vibration de la file d'ions.*

On obtient ainsi la puissance $w$ nécessaire à l'électrolyse, et donnée immédiatement d'un autre côté par le produit de la différence de potentiel E aux bornes de la cuve par l'intensité du courant $i$:

$$\frac{\tau}{T} = w = E \times i = V \times i + k^2 \times T \times i^2 \times \frac{(2n + 1)}{(r + r')}.$$

En divisant les deux membres de cette égalité par l'intensité $i$ on obtient la relation:

$$E = V + k^2 \times T \times \frac{(2n + 1)}{(r + r')} \times i,$$

dans laquelle se dessine déjà l'expression de la résistance électrolytique, que l'on voit être d'autant plus considérable que le nombre d'ions dans la file d'ions est plus grand, c'est-à-dire que la file d'ions est elle-même plus longue. Nous allons mettre ce fait en évidence, en cherchant à faire intervenir, dans l'expression de la perte ohmique par résistance électrolytique, la densité de courant.

A cet effet, multiplions haut et bas le second terme du deuxième membre par la même quantité: $\varepsilon_{moy}$, différente de zéro, et qui représentera par convention la valeur moyenne des écartements des ions dans la file d'une électrode à l'autre.

On obtient ainsi:

$$E = V + k^2 \times T \times [(2n + 1) \times \varepsilon_{moy}] \times \frac{i}{(r + r') \times \varepsilon_{moy}}.$$

On voit immédiatement que la quantité $[(2n + 1) \times \varepsilon_{moy}]$ est égale à la longueur de la file d'ions considérée, et pratiquement à l'écartement des électrodes $l$.

On remarquera, d'autre part, que la quantité $(r + r') \times \varepsilon_{moy}$ représente une *valeur moyenne* de la section d'une file d'ions (voir la figure 4). En effet, en raison même des lois de l'équilibre chimique, quand les ions d'une file se rapprochent jusqu'au contact:

$$[\text{distance} = (r + r')],$$

pour se décharger réciproquement et donner une molécule neutre libre, les files d'ions

elles-mêmes se rapprochent transitoirement pour réaliser une même concentration. Les ions ainsi rapprochés peuvent d'ailleurs se combiner pour reformer deux à deux une molécule neutre d'électrolyte, dont une nouvelle ionisation compensatrice régénérera les ions ainsi disparus, dans un mouvement perpétuel de vibrations, de décomposition et de recombinaison.

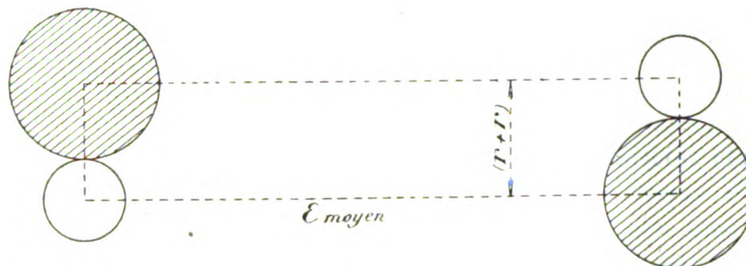



Fig. 4. — Représentation de la valeur moyenne de la section d'une file d'ions.

Le facteur $\left(\frac{i}{(r+r') \times \varepsilon_{moy}}\right)$ représente donc la densité de courant par file d'ions, de telle sorte que l'on a :

$$\frac{i}{(r+r') \times \varepsilon_{moy}} = \frac{I}{S},$$

$\frac{I}{S}$ étant la densité maxima possible de courant, lorsque toutes les files d'ions sont en état de vibration électrolytique, c'est-à-dire au moment de la polarisation de l'électrolyte par conséquent.

*(A suivre).* Georges Rosset.

## L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE D'ENGELBERG (LUCERNE) *(Fin)* (1)

Pour terminer la description de l'usine génératrice et préciser sa disposition générale, nous donnons dans les figures 1, 2 et 3 des coupes normales au grand axe de la salle des machines, faites dans la partie de la construction réservée aux appareils et aux départs. La coupe de la figure 1 a été faite à l'endroit où sont établis les tableaux et appareils du service propre des générateurs ; la figure 2 montre la disposition des interrupteurs pour le couplage des générateurs sur les réseaux force et lumière; enfin, la coupe de la figure 3 a été faite dans la partie centrale de l'usine à travers la tourelle des départs.

L'installation complète du tableau de distribution (sauf les départs) a donc été faite dans une annexe longitudinale adossée à la salle des machines, et comprenant un rez-de-chaussée et un étage, divisés eux-mêmes en 3 parties ; dans la partie la plus rapprochée de la salle des machines, on a construit un entresol où sont disposés les appareils de

(1) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 2 novembre 1907, p. 153.

mesure, les rhéostats d'excitation et les leviers de manœuvre des interrupteurs des générateurs. Les coupe-circuits et transformateurs de mesure sont établis au rez-de-chaussée, là où les câbles principaux sortent du sous-sol. Derrière cette première salle d'appareils,

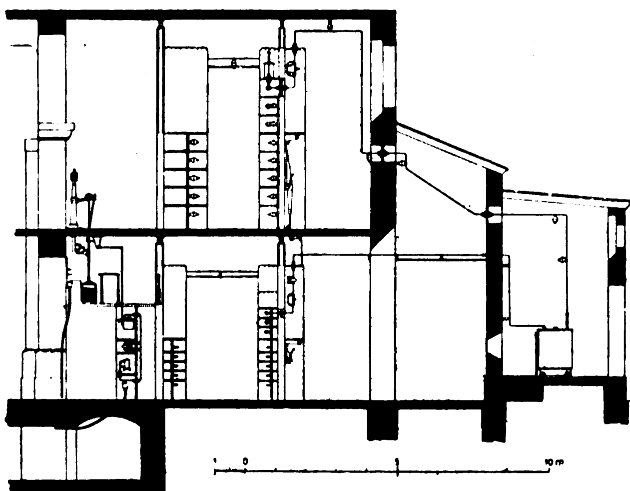


Fig. 1. — Coupe transversale de l'usine génératrice d'Obermatt. Échelle : 1/250.

au rez-de-chaussée, les rails collecteurs pour la lumière et la force ont été installés ; ils sont séparés les uns des autres par des parois minces, ainsi que le montrent les figures.

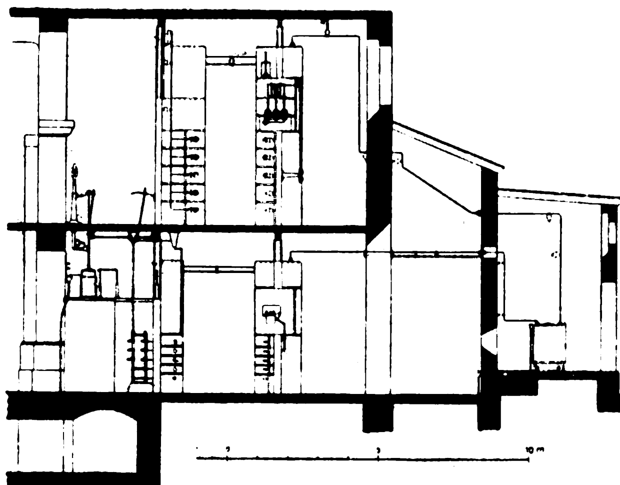


Fig. 2. — Coupe transversale de l'usine génératrice. Échelle : 1/250.

Entre chaque groupe de machines et transformateurs, les rails peuvent être interrompus par des interrupteurs à huile qui permettent de laisser hors circuit un groupe quelconque. Au-dessus des rails opposés à la salle des machines, sont établis les interrupteurs primaires des transformateurs et ils sont manœuvrés de la troisième salle du rez-de-chaus-

sée, du côté des transformateurs. Au premier étage dans la partie centrale on a disposé les câbles secondaires à haute tension des transformateurs, et dans la partie postérieure de ce même étage les leviers de manœuvre des interrupteurs des circuits secondaires. De là, partent les câbles vers la tourelle où se trouvent les parafoudres et les appareils de protection.

Le principe essentiel de cette installation consiste en ce qu'on a établi tous les appareils de distribution, interrupteurs, appareils de mesures, relais, etc. dans de petites loges distinctes dont les parois latérales sont en béton d'environ 6 à 7 centimètres d'épaisseur. On remarquera aussi qu'on y a groupé les câbles collecteurs primaires et secondaires dans la partie centrale du rez-de-chaussée et de l'étage, tandis que la manœuvre de tous les appareils et ces appareils eux-mêmes sont reportés dans les parties extérieures. Si on compare cette installation à celles qui ont été faites depuis une dizaine d'années, ce qui frappe immédiatement, c'est l'évolution très évidente vers une séparation complète des divers appareils de service. Dans certaines usines construites vers 1896, nous trouvons les machines et tous les appareils groupés dans une même salle, plus tard on sépare les appareils du service des machines de ceux qui se rattachent davantage à la distribution. Ici nous voyons les machines séparées et même éloignées des appareils de service; la construction des machines inspire assez de confiance pour qu'on ne craigne pas cet éloignement. Nous voyons encore la division des appareils par espèces et par groupes et leur séparation absolue. On ne peut évidemment arriver à ce résultat qu'en augmentant dans une grande mesure l'espace occupé par ce qu'on appelait jadis le tableau de distribution, mais on y trouve au point de vue de la simplicité des dispositions et de la sécurité de marche de tels avantages que cet inconvénient est bien compensé.

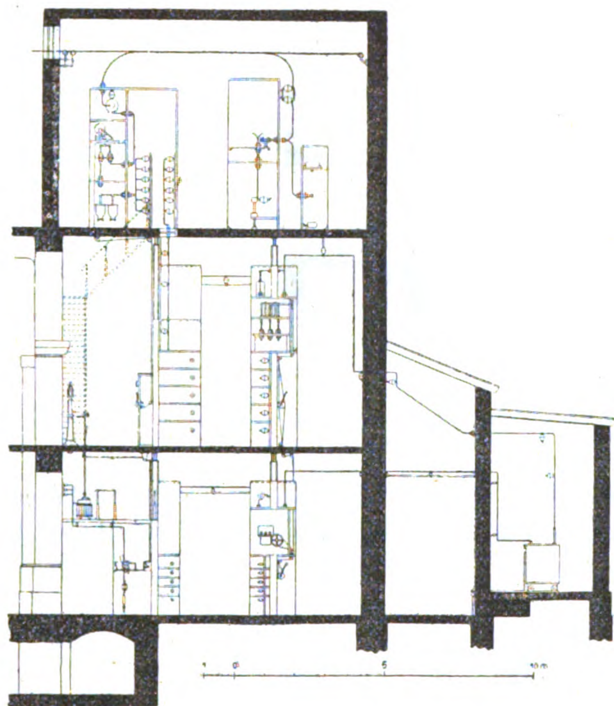


Fig. 3. — Coupe transversale de la tourelle de départ de l'usine génératrice d'Obermatt. Échelle : 1/250.

Enfin les transformateurs sont installés latéralement dans de petites chambres fermées du côté extérieur par une porte roulante. Ils reposent directement sur des rails et sont munis de galets de roulement. D'autre part une voie de raccordement au chemin de fer longe toutes les chambres de transformateurs, de sorte que pour mettre en place ces appareils assez lourds, la main-d'œuvre est réduite au minimum.

Nous complétons ces détails par le schéma (fig. 4) de la distribution.

La ligne du transport d'énergie de la centrale à Lucerne a une longueur de 26 kilomètres. On avait tout d'abord prévu pour l'éclairage de Lucerne un câble pour le courant monophasé ; une ligne aérienne de 3 fils de 8 millimètres de diamètre devait servir de réserve.

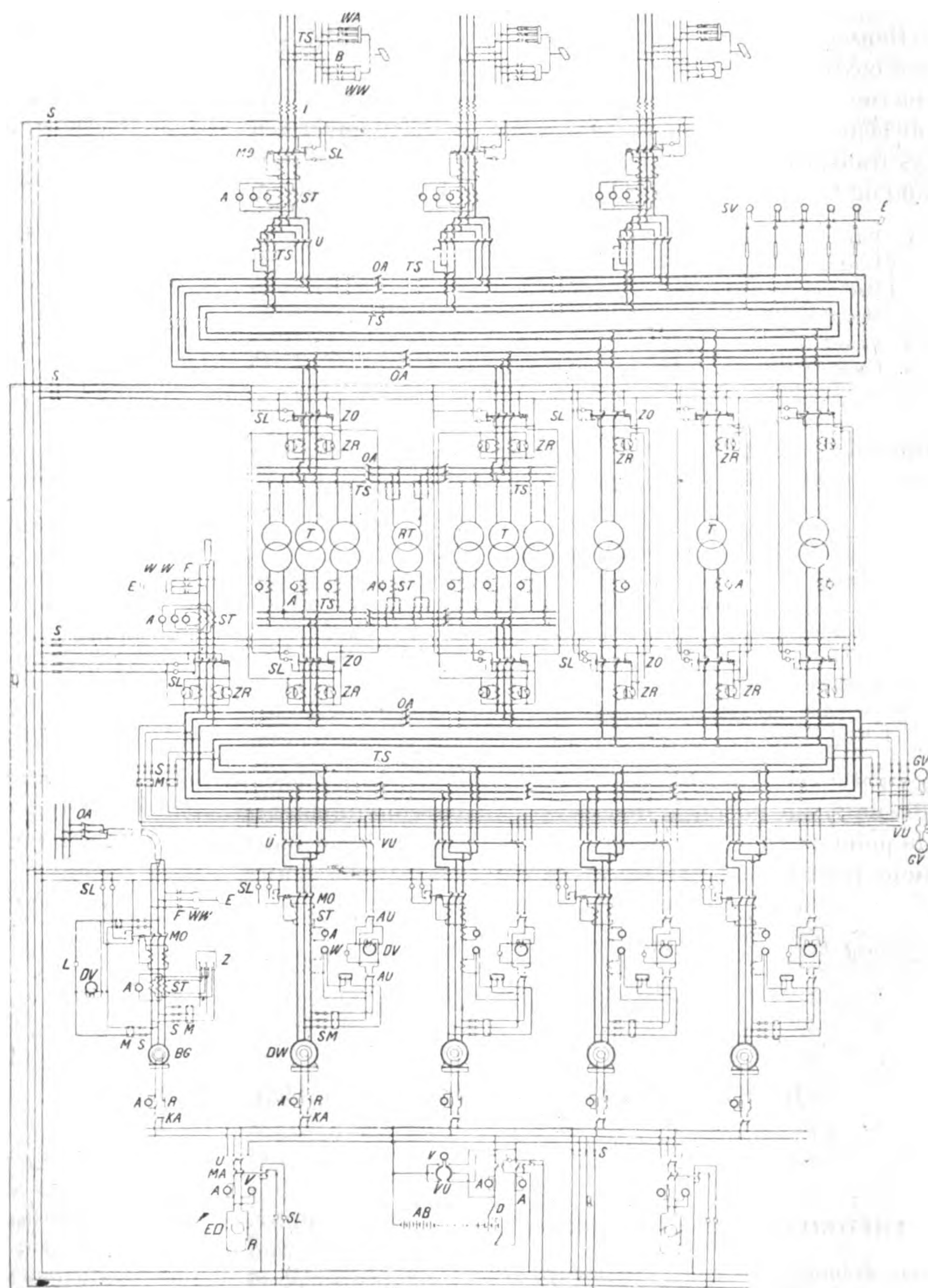


Fig. 4. — Schéma des connexions de l'usine génératrice d'Obermatt.

On a établi en outre deux lignes semblables, l'une pour l'alimentation des moteurs à Lucerne, l'autre pour la distribution dans quelques communes. La ligne entière est divisée en 4 sections et posée sur des mâts en treillis, distants, sauf en quelques endroits, de 60 mètres environ.

A Lucerne se trouve la sous-station transformatrice ; des transformateurs statiques abaissent la tension de 27 000 à 2 650 volts, et des convertisseurs pour l'alimentation des tramways transforment le triphasé à 2 650 volts en continu à 575 volts.

Le montant total des frais d'établissement de la centrale se décompose comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Terrains, droit de passage, etc. | 284 500 fr. |
| 2. | Constructions, tunnels, usine | 1 746 850 |
| | Machines, accessoires | 628 040 |
| 3. | Machines et appareils électriques | 1 801 807 |
| 4. | Frais généraux et intérêts | 500 665 |
| 5. | Canal de décharge, divers | 274 138 |
| | | 5 200 000 fr. |

L'estimation avait été de 4 600 000 francs. D'autre part les frais des diverses parties de l'installation hydraulique et électrique ont été les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Réservoirs : 70 000 m³ | 148 000 fr. |
| 2. | Canal d'amenée : 2 548 mètres de longueur | 745 000 |
| 3. | Canal de sortie du réservoir et conduite de pression : 520 mètres de longueur | 100 000 |
| 4. | Conduite de distribution : 630 mètres de longueur moyenne des deux conduites | 413 000 |
| 5. | Fondation et maçonneries de l'usine (12 000 H. P.) | 495 200 |
| 6. | Machines y compris tableaux, accumulateurs, etc. | 520 000 |
| 7. | Ligne de transport Obermatt-Lucerne | 710 000 |
| | On a utilisé 469 pylônes en treillis d'un prix total de 123 000 fr. ; leur installation en place a coûté | 132 000 |

En comparant ces chiffres avec ceux qui ont été publiés dans un des derniers numéros de notre Revue[1] sur l'usine d'Hauterive dont les conditions d'installation diffèrent notablement, au point de vue hydraulique, de celles que nous rencontrons ici, on trouverait d'utiles indications pour l'aménagement de hautes et moyennes chutes.

J. Reyval.

(1) Cf. *Éclairage Électrique*, tome LIII, 19 octobre 1907, p. 80.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES & GÉNÉRALITÉS

***Théorie élémentaire des oscillateurs électriques.*** — **J. A. Fleming.** — *The Electrician*, 27 septembre, 4 et 11 octobre 1907.

L'auteur se propose de donner une théorie élémentaire des principaux oscillateurs ouverts et fermés utilisés en pratique. Le cas traité le premier est celui relatif à l'oscillateur de Hertz ou dumb-bell oscillator (oscillateur en forme d'haltère). Un tel oscillateur est supposé formé d'une paire de sphères réunies par un petit conducteur rectiligne, les sphères ayant une capacité telle que l'on peut considérer le courant

dans ce conducteur comme constant pour chaque section à un instant donné.

Le champ peut être calculé dès que l'on a déterminé le potentiel électrique ou scalaire et le potentiel magnétique ou vecteur en chaque point de l'espace.

Comme on le sait, le potentiel scalaire en un point donné est obtenu en additionnant tous les quotients des charges électriques par les distances de ces charges au point considéré.

De même le potentiel vecteur s'obtiendra en faisant la somme des quotients de tous les éléments de courants par leurs distances respectives au même point.

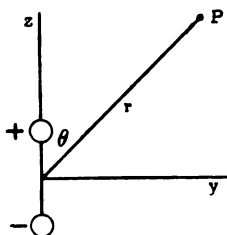



Fig. 1.

Supposons l'oscillateur placé de façon à ce que le conducteur reliant les deux sphères coïncide avec l'axe des $z$ (fig. 1). Il est évident que tout sera symétrique par rapport à cet axe, et que par suite il suffit de calculer le champ en un point P quelconque du plan $yz$. Soient $\pi$ la distance OP, Q la charge maxima de chaque sphère mesurée en unités électrostatiques, C la capacité de ces sphères par rapport l'une à l'autre, V la différence de potentiel maxima correspondante, I le courant maximum à travers le conducteur; désignons enfin par $\lambda = \frac{m}{2\pi}$ la longueur d'onde, et par $N = \frac{n}{2\pi}$, la fréquence. Le potentiel en P dû à la charge + Q est

$$\frac{Q \sin (mr - nt)}{r},$$

en supposant que les charges varient sinusoïdalement dans le temps, et que leur effet se propage avec une vitesse finie dans l'espace. Pour tenir compte de la charge — Q située à l'autre extrémité du conducteur de longueur $\delta z$, l'on peut remarquer que si une fonction a une valeur F en un point de l'espace, elle prendra la valeur $F + \frac{dF}{dz}\delta z$ lorsque l'on passe à un point de coordonnée $z + \delta z$. Par suite, en tenant compte des signes opposés des charges, le potentiel scalaire dû à l'ensemble des sphères est

$$\psi = -\frac{d}{dz}\left(\frac{\sin (mr - nt)}{r}\right) Q\delta z.$$

Le produit $Qdz$ est appelé le moment électrique et sera désigné par $\Phi$ ; quant à la fraction entre parenthèse on la représentera par $\Pi$, de telle sorte l'on peut écrire

$$\psi = -\Phi \times \frac{d\Pi}{dz}. \qquad (1)$$

Si $i$ est le courant à un instant donné dans le conducteur de longueur $dz$, son potentiel vecteur est $\frac{i\delta z}{r}$ au point P. D'autre part le courant $i$ est décalé de $\frac{\pi}{2}$ dans le temps sur la charge des sphères, et l'on a

$$I = \frac{cVn}{u} = \frac{Qn}{u}$$

d'où

$$I\delta z = \frac{\Phi n}{u},$$

en désignant par $u$ la vitesse de propagation égale au rapport des unités.

La composante du potentiel vecteur parallèle à l'axe des $z$ est donc :

$$H = \frac{\Phi}{u}\frac{d\Pi}{dt}. \qquad (2)$$

D'autre part, d'après Maxwell, il existe les relations suivantes entre le potentiel $\psi$, les composantes F, G, H du potentiel vecteur et les composantes P, Q, R, et $a$, $b$, $c$, des forces électriques et magnétiques :

$$\left.\begin{aligned} P &= -\frac{dF}{dt} - \frac{d\psi}{dx} \\ Q &= -\frac{dG}{dt} - \frac{d\psi}{dy} \\ R &= -\frac{dH}{dt} - \frac{d\psi}{dz} \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{dH}{dy} - \frac{dG}{dz} \\ b &= \frac{dF}{dz} - \frac{dH}{dx} \\ c &= \frac{dG}{dx} - \frac{dF}{dy} \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

En tenant compte des égalités (1) et (2) l'on arrive ainsi aisément aux valeurs suivantes :

$$\left.\begin{aligned} P &= \Phi \frac{d^2\Pi}{dx dz} \\ Q &= \Phi \frac{d^2\Pi}{dy dz} \\ R &= -\Phi\left(\frac{d^2\Pi}{dx^2}+\frac{d^2\Pi}{dy^2}\right) \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

et

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{\Phi}{u}\frac{d^2\Pi}{dy dt} \\ b &= -\frac{\Phi}{u}\frac{d^2\Pi}{dx dt} \\ c &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

En remplaçant $\pi$ par sa valeur définie plus haut, et en posant pour abréger

$$\sin\theta = \frac{y}{r}, \quad \cos\theta = \frac{z}{r},$$

et

$$\chi = (mr - nt),$$

l'on trouve finalement, pour un point situé dans le plan des $yz$, les valeurs

$$R = \frac{\Phi}{r^3}\left[(2\sin\chi - 2mr\cos\chi) + \sin^2\theta\,(m^2r^2\sin\chi + 3mr\cos\chi - 3\sin\chi)\right]$$

$$Q = \frac{\Phi}{r^3}(3\sin\chi - m^2r^2\sin\chi - 3mr\cos\chi)\sin\theta\cos\theta$$

$$a = \frac{\Phi n}{ur^2}(mr\sin\chi + \cos\chi)\sin\theta$$

qui montrent que les forces magnétiques sont dans des cercles ayant leurs centres sur O$z$.

Aux grandes distances, ces formules deviennent

$$\left.\begin{aligned} R &= \frac{\Phi m^2}{r}\sin\chi\sin^2\theta \\ Q &= -\frac{\Phi m^2}{r}\sin\chi\sin\theta\cos\theta \\ a &= \frac{\Phi mn}{ur}\sin\chi\sin\theta \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

c'est-à-dire identiques avec celles données par Hertz.

Les forces varient alors en raison inverse de la distance, résultat vérifié par les expériences de MM. Taylor et Duddell.

Pour obtenir les équations des lignes de force électrique, on peut remarquer que ces lignes ont la même forme dans chaque plan méridien passant par l'axe des $z$. Par suite, il convient de remplacer P et Q, par une composante unique $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ dirigée suivant le rayon $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$ perpendiculaire à l'axe des $z$. L'on peut montrer en outre que

$$\frac{d^2\Pi}{dx^2} + \frac{d^2\Pi}{dy^2} = \frac{1}{\rho}\frac{d}{d\rho}\left(\rho\frac{d\Pi}{d\rho}\right)$$

d'où

$$R = -\frac{\Phi}{\rho}\frac{d}{d\rho}\left(\rho\frac{d\Pi}{d\rho}\right). \quad (8)$$

En tenant compte des valeurs de P et Q données par (5) et de la relation

$$S = P\frac{dx}{d\rho} + Q\frac{dy}{d\rho}$$

l'on arrive finalement à

$$S = \frac{\Phi}{\rho}\frac{d}{dz}\left(\rho\frac{d\Pi}{d\rho}\right). \quad (9)$$

Cela fait, l'équation des lignes de force dans le plan $\rho$O$z$ est évidemment

$$R d\rho - S dz = 0;$$

elle exprime que la résultante est dirigée suivant les lignes de force. En la combinant avec les équations (8) et (9), l'on obtient ainsi

$$\frac{d}{d\rho}\left(\rho\frac{d\Pi}{d\rho}\right)d\rho + \frac{d}{dz}\left(\rho\frac{d\Pi}{d\rho}\right)dz = 0;$$

d'où en intégrant :

$$\rho\frac{d\Pi}{d\rho} = \text{constante} = C.$$

Telle est l'équation cherchée.

Dans le plan $yOz$ nous avons $\rho = y$, et par suite, en remarquant que

$$\frac{d\Pi}{dy} = \frac{mr\cos(mr - nt) - \sin(mr - nt)}{r^3} y,$$

l'équation ci-dessus peut s'écrire

$$\cos(mr - nt) - \frac{\sin(mr - nt)}{mr} = \frac{C}{m\sin^2\theta} \quad (10).$$

Assignant à $t$ une valeur quelconque, nous pourrons alors déterminer une famille de courbes. A cet effet, l'on se fixera les valeurs C, $m = \frac{2\pi}{\lambda}$, $\theta$ et l'on déterminera la valeur correspondante de $r$.

D'ailleurs, l'on s'aperçoit facilement que le second terme du premier membre de l'égalité (10) est négligeable devant le premier dès que la distance $r$ est supérieure à 2 ou 3 $\lambda$; cette égalité se réduit alors à

$$\cos(mr - nt) = \frac{C}{m\sin^2\theta}.$$

A chaque valeur de $\theta$ correspond donc un nombre indéfini de couples de valeurs pour $r$. La constante C devra naturellement être choisie de manière à ce que le membre de droite de la dernière équation soit au plus égal à l'unité pour la plus petite valeur de $\theta$. Dans ces conditions, l'on retrouvera les courbes données par Hertz, puis par le Pr Pearson et Miss Lee;

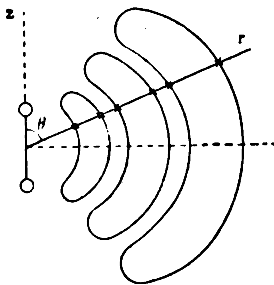



Fig. 2.

comme on le sait, elles se présentent sous la forme de boucles incurvées du côté de l'oscillateur, et s'élargissant au fur et à mesure qu'elles s'en éloignent (fig. 2).

*(A suivre.)* J. B.

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Méthode pour le calcul des dynamos à courant continu puissantes à grande vitesse*** *(fin)* (¹). — **H.-M. Hobart** et **A.-G. Ellis.** — *The Electrical Review*, 6, 13 et 20 septembre 1907.

Toutes choses égales d'ailleurs, il est avantageux d'obtenir une machine ayant des noyaux d'inducteur de section circulaire, une basse tension de réactance, une faible vitesse tangentielle au collecteur et enfin un prix de revient peu élevé. Pour réaliser une faible vitesse périphérique au collecteur, l'on doit réduire la largeur périphérique des segments ; cependant, l'on ne doit pas descendre au-dessous d'une largeur de 5 millimètres à la surface, isolant compris, pour les grosses machines. C'est la valeur adoptée par les auteurs. Si la vitesse tangentielle ainsi déterminée est trop faible, l'on peut augmenter le diamètre et diminuer la largeur.

Pour la machine à 12 pôles envisagée dans le tableau VI, la tension de réactance pour

$$D = 153 \quad \text{et} \quad \lambda_g = 56$$

est égale à 4 volts ; toutefois, l'on a adopté pour le calcul une valeur de 150 ampèretours par centimètre, tandis que d'après la courbe de la figure 3, l'on peut réduire cette valeur à environ 143 pour une machine de 500 kilowatts. Le nombre d'ampèretours par pôle serait alors de 5 700 et la tension de réactance ne dépasserait pas 3,8 volts.

La correction est ici peu sensible, mais pour une machine de 50 kilowatts le nombre d'ampèretours par centimètre ne serait que de 115, et la tension de réactance serait seulement égale aux $\frac{115}{150} = \frac{77}{100}$ de la valeur donnée par le tableau. Le prix de revient de la machine peut être considéré, dans une première approximation, comme proportionnel au produit

$$D \times (\lambda_g + 0{,}7\tau).$$

En se reportant alors au tableau VI, l'on voit

(¹) Voir l'*Éclairage Électrique* du 2 novembre, tome LIII, p. 161.

que le prix total est minimum pour les machines à grand nombre de pôles, avec un diamètre modéré, et une largeur $\lambda_g$ restreinte. La machine à 8 pôles est inférieure à tous points de vue et

TABLEAU V

Calculs comparatifs pour une puissance utile de 500 K. W., une vitesse de 250 t. p. m. et une tension de 250 volts.

| | | NOMBRE D'AMPÈRETOURS PAR PÔLE DE L'INDUIT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 000 | 6 000 | 7 000 | 8 000 | 9 000 | 10 000 |
| 8 pôles. $\frac{I}{p} = 250$. $N = 16,7$. | D. . . . | » | » | 120 | 136 | 153 | » |
| | $\lambda_g$. . . . | » | » | 56 | 40 | 32 | » |
| | $\tau$. . . . | » | » | 47 | 53 | 59 | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$.. | » | » | 10 600 | 10 500 | 11 200 | » |
| | V. . . . | » | » | 5,5 | 5,0 | 4,8 | » |
| | $S_a$. . . . | » | » | 15 | 17 | 19,5 | » |
| | $S_c$. . . . | » | » | 4,7 | 5,4 | 6,0 | » |
| | T. . . . | » | » | 28 | 32 | 36 | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | » | 1,2 | 0,75 | 0,55 | » |
| 12 pôles. $\frac{I}{p} = 167$. $N = 25$. | D. . . . | » | 153 | 178 | 204 | » | » |
| | $\lambda_g$. . . . | » | 32 | 24 | 18 | » | » |
| | $\tau$. . . . | » | 40 | 47 | 53 | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$.. | » | 9 200 | 10 000 | 11 200 | » | » |
| | V. . . . | » | 4,6 | 4,3 | 4,0 | » | » |
| | $S_a$. . . . | » | 20 | 23 | 26 | » | » |
| | $S_c$. . . . | » | 9 | 10,6 | 12,0 | » | » |
| | T. . . . | » | 36 | 42 | 48 | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | 0,8 | 0,51 | 0,34 | » | » |
| 16 pôles. $\frac{I}{p} = 125$. $N = 33$. | D. . . . | 170 | 204 | 238 | » | » | » |
| | $\lambda_g$. . . . | 28 | 20 | 14 | » | » | » |
| | $\tau$. . . . | 33 | 39 | 46 | » | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$.. | 8 600 | 9 800 | 11 000 | » | » | » |
| | V. . . . | 4,0 | 3,8 | 3,7 | » | » | » |
| | $S_a$. . . . | 21,5 | 26 | 31 | » | » | » |
| | $S_c$. . . . | 13,5 | 16 | 19 | » | » | » |
| | T. . . . | 40 | 48 | 56 | » | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | 0,85 | 0,51 | 0,31 | » | » | » |

NOTA. — Toutes les vitesses périphériques sont exprimées en mètres à la seconde.

doit être écartée à priori. La vitesse périphérique du collecteur ne dépasse jamais 11 mètres à la seconde, ce qui permet d'augmenter la largeur des segments et d'augmenter ainsi le diamètre.

TABLEAU VI

Calculs comparatifs pour une puissance utile de 500 K. W., une vitesse de 500 t. p. m. et une tension de 250 volts.

| | | NOMBRE D'AMPÈRETOURS PAR PÔLE DE L'INDUIT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 000 | 6 000 | 7 000 | 8 000 | 9 000 | 10 000 |
| 6 pôles. $\frac{I}{p} = 334$. $N = 25$. | D. . . . | » | » | 89 | 102 | 114 | » |
| | $\lambda_g$. . . . | » | » | 50 | 40 | 32 | » |
| | $\tau$. . . . | » | » | 46 | 53 | 50 | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$.. | » | » | 7 300 | 7 800 | 8 300 | » |
| | V. . . . | » | » | 8,0 | 7,8 | 7,5 | » |
| | $S_a$. . . . | » | » | 23 | 26 | 30 | » |
| | $S_c$. . . . | » | » | 5,2 | 6,0 | 6,8 | » |
| | T. . . . | » | » | 21 | 24 | 27 | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | » | 1,1 | 0,75 | 0,54 | » |
| 8 pôles. $\frac{I}{p} = 250$. $N = 34$. | D. . . . | » | 102 | 120 | 136 | 170 | » |
| | $\lambda_g$. . . . | » | 40 | 27 | 23 | 15 | » |
| | $\tau$. . . . | » | 40 | 47 | 53 | 66 | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$.. | » | 6 960 | 7 200 | 8 160 | 10 400 | » |
| | V. . . . | » | 6,8 | 6,3 | 6,2 | 6,0 | » |
| | $S_a$. . . . | » | 27 | 31 | 35 | 44 | » |
| | $S_c$. . . . | » | 8,0 | 9,5 | 10,5 | 12 | » |
| | T. . . . | » | 24 | 28 | 32 | 36 | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | 1,0 | 0,58 | 0,44 | 0,23 | » |
| 12 pôles. $\frac{I}{p} = 167$. $N = 50$. | D. . . . | 127 | 153 | 179 | » | » | » |
| | $\lambda_g$. . . . | 25 | 18 | 14 | » | » | » |
| | $\tau$. . . . | 33 | 39 | 46 | » | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$.. | 6 100 | 6 900 | 8 200 | » | » | » |
| | V. . . . | 6,0 | 5,8 | 5,5 | » | » | » |
| | $S_a$. . . . | 33 | 40 | 47 | » | » | » |
| | $S_c$. . . . | 15 | 18 | 22 | » | » | » |
| | T. . . . | 30 | 36 | 42 | » | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | 0,76 | 0,46 | 0,31 | » | » | » |

NOTA. — Toutes les vitesses périphériques sont exprimées en mètres à la seconde.

La machine à 12 pôles a une tension de réactance un peu plus élevée que celle à 16 pôles, mais cette différence est faible par rapport à celle entre les prix de revient.

La valeur la plus avantageuse correspond pour la seconde à un diamètre de 230 centimètres, pour lequel $\frac{\lambda}{\tau} = 0{,}60$, ce qui permet l'emploi de pôles de section circulaire.

### TABLEAU VII

Calculs comparatifs pour une puissance utile de 500 K. W., une vitesse de 1 000 t. p. m. et une tension de 250 volts.

| | | NOMBRE D'AMPÈRE TOURS PAR PÔLE DE L'INDUIT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 000 | 6 000 | 7 000 | 8 000 | 9 000 | 10 000 |
| 4 pôles. $\frac{I}{p} = 500$. $N = 33{,}4$. | D. . . . | » | » | » | 58 | 75 | 85 |
| | $\lambda_g$. . . . | » | » | » | 54 | 42 | 35 |
| | $\tau$. . . . | » | » | » | 53 | 58 | 67 |
| | $D \times (\lambda_g + 0{,}7\,\tau)$. | » | » | » | 6 200 | 6 200 | 7 000 |
| | V. . . . | » | » | » | 13,5 | 12,5 | 12,0 |
| | $S_a$. . . . | » | » | » | 35 | 39,5 | 44 |
| | $S_c$. . . . | » | » | » | 5,3 | 6,0 | 6,7 |
| | T. . . . | » | » | » | 16 | 18 | 20 |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | » | » | 1,0 | 0,73 | 52 |
| 6 pôles. $\frac{I}{p} = 334$. $N = 50$. | D. . . . | » | 76 | 88 | 102 | 114 | » |
| | $\lambda_g$. . . . | » | 44 | 33 | 24 | 19 | » |
| | $\tau$. . . . | » | 38 | 46 | 52 | 59 | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0{,}7\,\tau)$. | » | 5 300 | 5 800 | 6 100 | 6 800 | » |
| | V. . . . | » | 11,5 | 10,5 | 10,0 | 9,5 | » |
| | $S_a$. . . . | » | 40 | 46 | 52 | 60 | » |
| | $S_c$. . . . | » | 9,0 | 10,5 | 12,0 | 13,5 | » |
| | T. . . . | » | 18 | 21 | 24 | 27 | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | 1,15 | 0,72 | 0,46 | 0,32 | » |
| 8 pôles. $\frac{I}{p} = 250$. $N = 66{,}7$. | D. . . . | » | 102 | 120 | 136 | » | » |
| | $\lambda_g$. . . . | » | 25 | 18 | 14 | » | » |
| | $\tau$. . . . | » | 40 | 47 | 53 | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0{,}7\,\tau)$. | » | 5 500 | 6 100 | 6 900 | » | » |
| | V. . . . | » | 9,0 | 8,5 | 8,3 | » | » |
| | $S_a$. . . . | » | 53 | 62 | 71 | » | » |
| | $S_c$. . . . | » | 16,0 | 18,5 | 21,0 | » | » |
| | T. . . . | » | 24 | 28 | 32 | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$. . . . | » | 0,61 | 0,38 | 0,26 | » | » |

NOTA. — Toutes les vitesses périphériques sont exprimées en mètres à la seconde.

En résumé l'on conclut de ce qui précède que l'on adoptera pour le projet définitif une machine de 12, 14 ou 16 pôles ayant de 6500 à 8500 ampèretours par pôle, et un diamètre compris entre 200 centimètres pour 12 pôles et 230 centimètres pour 16 pôles, cette dernière solution semblant d'ailleurs être la meilleure.

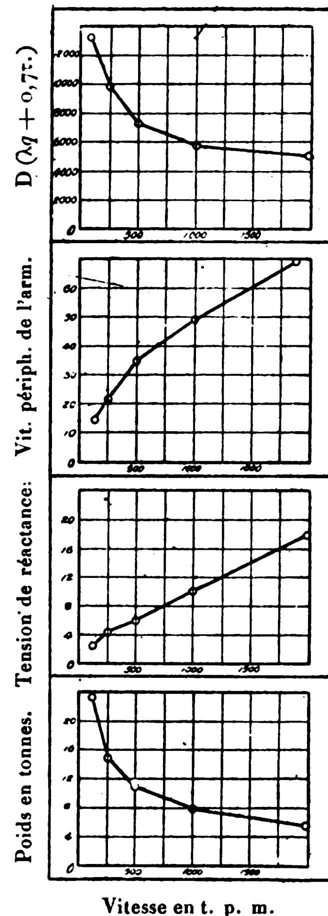



Fig. 7. — Caractéristiques pour différentes vitesses de dynamos de 500 K. W. à 250 volts.

Dans tous les cas, des pôles de commutation ne sont pas nécessaires. En procédant d'une manière analogue, l'on a établi les tableaux V, VI, VII et VIII pour des machines de 500 kilowatts, 250 volts, tournant à des vitesses de 250, 500, 1 000 et 2 000 tours par minute.

En outre, en combinant ces différents tableaux, les auteurs ont dressé le tableau IX indiquant les dimensions à adopter pour chaque vi-

tesse. Enfin, la figure 7 donne en fonction de la vitesse en tours par minute, les principales constantes pour une machine de 500 kilowatts, 250 volts.

Tout ce qui précède suffit à montrer l'influence des divers facteurs ; c'est ainsi que l'on constate que le poids et le prix de revient diminuent rapidement avec la vitesse angulaire, tandis que la tension de réactance et la vitesse périphérique augmentent non moins rapidement. En définitive, au-dessus d'une certaine vitesse, le gain sur le poids et le prix de revient est peu considérable, et l'on a alors à surmonter des difficultés d'ordre mécanique ou provenant de la commutation.

TABLEAU VIII

Calculs comparatifs pour une puissance utile de 500 K. W., une vitesse de 2 000 t. p. m. et une tension de 250 volts.

| | | Nombre d'ampèretours par pôle de l'induit | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 000 | 6 000 | 7 000 | 8 000 | 9 000 | 10 000 |
| 4 pôles. $\frac{I}{P} = 500$. $N = 66,4$. | D | » | » | 60 | 68 | 76 | 85 |
| | $\lambda_g$ | » | » | 48 | 36 | 28 | 23 |
| | $\tau$ | » | » | 47 | 53 | 60 | 67 |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$ | » | » | 4 860 | 4 960 | 5 320 | 5 950 |
| | V | » | » | 21 | 19 | 18 | 17,5 |
| | $S_a$ | » | » | 63 | 71 | 80 | 89 |
| | $S_c$ | » | » | 9,3 | 10,7 | 12,0 | 13,4 |
| | T | » | » | 14 | 16 | 18 | 20 |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | » | » | 1,0 | 0,68 | 0,47 | 0,34 |
| 6 pôles. $\frac{I}{P} = 334$. $N = 100$. | D | 64 | 76 | 89 | 102 | » | » |
| | $\lambda_g$ | 42 | 29 | 22 | 16 | » | » |
| | $\tau$ | 34 | 40 | 47 | 53 | » | » |
| | $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$ | 4 225 | 4 330 | 4 900 | 5 410 | » | » |
| | V | 19 | 17 | 16 | 15 | » | » |
| | $S_a$ | 67 | 80 | 93 | 107 | » | » |
| | $S_c$ | 15 | 18 | 21 | 24 | » | » |
| | T | 15 | 18 | 21 | 24 | » | » |
| | $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | 1,24 | 0,725 | 0,47 | 0,3 | » | » |

Nota. — Toutes les vitesses périphériques sont exprimées en mètres à la seconde.

TABLEAU IX

Dimensions et constantes de diverses machines de 500 K. W. à 250 volts.

| Vitesse en t. p. m. | 125 | 250 | 500 | 1 000 | 2 000 |
|---|---|---|---|---|---|
| P | 16 | 12 | 10 | 6 | 4 |
| N | 16,8 | 25 | 42 | 50 | 67 |
| D | 230 | 170 | 135 | 95 | 70 |
| $\lambda_g$ | 27 | 26 | 25 | 29 | 33 |
| $\tau$ | 45 | 44 | 42 | 49 | 55 |
| $D \times (\lambda_g + 0,7\tau)$ | 13 300 | 9 800 | 7 300 | 5 900 | 5 100 |
| $\frac{\lambda_g}{\tau}$ | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| $D^2 \times \lambda_g$ | 1 430 000 | 750 000 | 460 000 | 260 000 | 160 000 |
| $S_a$ | 15 | 22 | 35 | 50 | 72 |
| A | 6 700 | 6 600 | 6 300 | 7 300 | 7 600 |
| $\frac{I}{P}$ | 125 | 166 | 200 | 333 | 500 |
| T | 53 | 40 | 32 | 22 | 15 |
| Nombre de lames | 850 | 480 | 320 | 132 | 60 |
| Largeur des lames | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| $S_c$ | 9,0 | 9,8 | 14 | 11 | 11,5 |
| V | 2,8 | 4,3 | 6,0 | 10,5 | 18 |
| Poids total en tonnes | 23,5 | 15 | 11 | 8 | 6 |

Nota. — Les vitesses périphériques sont exprimées en mètres à la seconde ; les dimensions sont mesurées en centimètres.

J. B.

### *Séparation des pertes dans les machines asynchrones* — G. Linke. — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 3 octobre 1907.

Bragstadt et la Cour ont montré déjà (E. T. Z., 1903, p. 54) comment on pouvait utiliser la courbe que fournit l'arrêt progressif de la machine abandonnée à son inertie, pour déterminer les pertes par frottements. On verra dans ce qui suit comment, en joignant cette courbe aux résultats de l'essai à vide, on peut déterminer les pertes dans le fer provenant des pulsations du champ dans les dents.

On connaît le principe de la méthode et nous n'y reviendrons pas. Si $n$ est la vitesse du rotor au moment où on l'abandonne à son inertie, $\Theta$ son moment d'inertie, L la puissance correspondant au temps $t$, on peut écrire :

$$L = Cn\frac{dn}{dt}, \quad \text{où} \quad C = 9,81\Theta\left(\frac{2\pi}{60}\right)^2.$$

Si on connaît la courbe d'arrêt $n = f(t)$ et la constante C, ou encore le moment d'inertie dont elle dépend, on peut déterminer la valeur de L correspondant à une vitesse $n$ quelconque. $\frac{dn}{dt}$ est

la tangente de l'angle que fait avec l'axe des abscisses la tangente à la courbe d'arrêt au point où la vitesse a la valeur $n$. Pour déterminer C, on faisait tourner la machine comme moteur synchrone en excitant le rotor avec du courant continu jusqu'à ce que le décalage de phase soit nul dans le stator ; le courant du stator n'a donc plus aucune composante déwattée. En abaissant progressivement la fréquence du courant d'alimentation, on déduit de là la courbe de L en fonction du nombre de tours, et si en outre, pour la même excitation et la même intensité de champ, on relève une courbe d'arrêt, on pourra calculer $C = \frac{L}{n \operatorname{tg} \alpha}$ pour une vitesse $n$ où $\alpha$ est l'angle indiqué ci-dessus.

On peut également déterminer C de la façon suivante : pour de petites oscillations, la durée de l'oscillation d'un pendule est

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta}{D}}$$

où $\Theta$ est le moment d'inertie et où D est le moment de direction.

Si l'on fixe un pendule (fig. 1), constitué par un cylindre de fer rond, à un fer plat, on peut aisément calculer le moment d'inertie du pendule.



Fig. 1. — Pendule.

On peut contrôler d'ailleurs la valeur ainsi obtenue, puisqu'on peut déterminer le moment $D = mGh_0$ pour de petites oscillations, G étant le poids du pendule et $h_0$ la distance du centre de gravité à l'axe de suspension. On a alors $\Theta = \frac{t^2}{(2\pi)^2} \times D$. En fixant rigidement ce pendule à l'axe du rotor, de sorte que celui-ci soit entraîné par l'oscillation du pendule, la durée de l'oscillation est à présent

$$t_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\Theta + \Theta_r}{D}}$$

$\Theta_r$ étant le moment d'inertie du rotor. La force de direction est la même, pourvu que le rotor soit exactement équilibré.

Il suit de là que

$$\Theta_r = \frac{t_1^2}{(2\pi)^2} D - \Theta$$

et

$$C = 9{,}81 \Theta_r \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2.$$

Il se produit dans le rotor d'une machine asynchrone des pertes par hystérésis et courants de Foucault dès que le champ tournant est excité et que le rotor ouvert a une vitesse quelconque différente du synchronisme. De plus, sur le rotor agit un couple et il se produit un transport d'énergie du stator au rotor ou inversement. Les pertes par courants de Foucault du rotor sont proportionnelles au carré du nombre de périodes du champ du rotor. Si donc le champ tournant a une vitesse $\omega_1$ et le rotor une vitesse $\omega_2$, les pertes par courants de Foucault sont :

$$V_w = k_1 (\omega_1 - \omega_2)^2.$$

Le couple $D_w$ résultant des courants de Foucault est proportionnel à l'intensité du champ et à l'intensité de ces courants ; la première est constante, la seconde est proportionnelle à la vitesse du rotor $(\omega_1 - \omega_2)$ ; on a donc

$$D_w = c_1 (\omega_1 - \omega_2).$$

Pour $\omega_2$ variable, les valeurs de $D_w$ en fonction de $\omega_2$ sont représentées par une droite. En dessous du synchronisme $D_w$ est positif ; au-dessus il est négatif. Le couple $D_w$ donne lieu à un travail $E_w = D_w \omega_2 = c_1 \omega_1 \omega_2 - c_1 \omega_2^2$ qui est représenté en fonction de $\omega_2$ par une parabole (fig. 2).

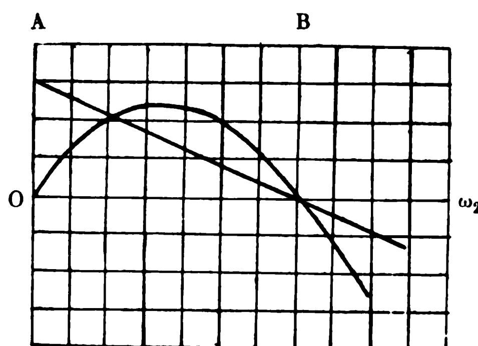



Fig. 2. — Couple et puissance dus aux courants de Foucault en fonction de la vitesse $\omega_2$. — Nota. La longueur AB mesure la vitesse du synchronisme $\omega_1$.

L'hystérésis donne lieu dans le rotor à une perte proportionnelle à la vitesse du champ du rotor, donc à $V_h = k_2 (\omega_1 - \omega_2)$.

Le couple agissant sur le rotor par suite de

l'hystérésis est constant ; d'autre part $k_2$ doit être un couple.

Le travail utile communiqué au rotor par ce couple est $E_h = D\omega_2 = k_2\omega_2$, et dès lors le travail total provoqué par l'hystérésis est $V_h + E_h = k_2(\omega_1 - \omega_2) + k_2\omega_2 = k_2\omega_1$, et il est indépendant du nombre de tours du rotor. Le couple, en fonction de la vitesse du rotor, peut être représenté par les droites horizontales *a* et *b* (fig. 3), tandis que les pertes par hystérésis sont représentées par les ordonnées des surfaces hachurées. Enfin le travail total transmis du stator au rotor par suite de l'hystérésis est donné par les lignes horizontales *c* et *d*.

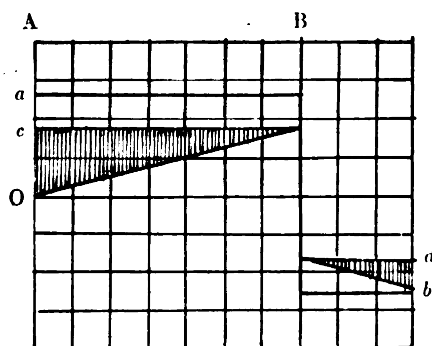



Fig. 3. — Couple et puissances dus à l'hystérésis en fonction de la vitesse $\omega_2$. — La longueur AB mesure la vitesse du synchronisme $\omega_1$.

Dans la plupart des cas, l'énergie transmise au rotor par les courants de Foucault et l'hystérésis est assez importante pour que la vitesse du rotor ne tombe pas à 0, mais conserve à la fin du ralentissement une valeur constante.

L'auteur a relevé une série de courbes d'arrêt pour des machines asynchrones et il a rencontré un certain nombre de moteurs, pour lesquels la courbe obtenue quand le stator est excité, descend plus rapidement que dans le cas contraire ; la courbe III de la figure 4 se rapporte à un cas pareil. La cause de ce phénomène doit être attribuée aux pertes dans le fer des dents. Quand le rotor tourne, il se produit des pulsations du champ dans les dents, et si elles se transmettaient avec leur intensité totale aux bobines du stator — ce qui serait le cas si le stator et le rotor avaient le même nombre de dents — elles y produiraient une harmonique du courant du stator correspondant au nombre de pulsations. L'énergie correspondant à la perte dans les dents serait alors fournie directement par le stator. Mais puisque les nombres de dents du rotor et du stator sont généralement premiers entre eux, une

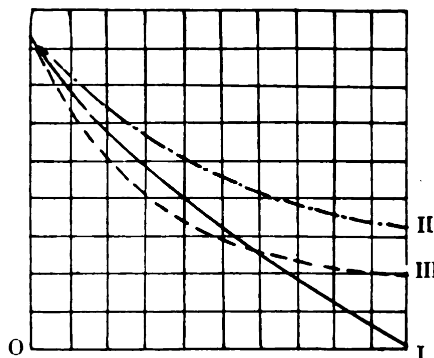



Fig. 4. — Courbes d'arrêt. — Nota. La courbe I est relative au cas d'un moteur non excité, les courbes II et III à celui de moteurs excités.

très petite partie seulement des pulsations du champ des dents se répercute sur les bobines du stator, de sorte que le champ de la bobine du stator reste à peu près constant. Les variations du champ dans les dents ne peuvent influencer directement le courant du stator ; dans ce cas l'énergie nécessaire aux pertes dans le fer des dents sera empruntée, comme énergie mécanique, au rotor. Il en résulte donc que, si le rotor ouvert est entraîné dans le champ du stator excité, c'est la machine qui l'entraînera qui fournira l'énergie correspondant à ces pertes. Supposons que partant d'une vitesse supérieure à celle du synchronisme, on laisse le rotor ouvert se ralentir dans le champ du stator, son énergie cinétique sera absorbée par les frottements et pertes dans les dents, et de plus, au-dessus du synchronisme, le rotor fournira au circuit primaire de l'énergie (par suite de l'hystérésis et des courants de Foucault) et en dessous du synchronisme le stator fournira de l'énergie au rotor. Il en résulte qu'au-dessus du synchronisme la courbe d'arrêt tombe plus rapidement qu'au-dessous du synchronisme (fig. 5, courbe 1).

Si on reprend donc la courbe $L = Cn \operatorname{tg} \alpha$, on voit que les ordonnées représentent :

1° *Au-dessus du synchronisme.* — Pertes par frottements + pertes dans les dents + travail du couple de l'hystérésis et des courants de Foucault ;

2° *Au-dessous du synchronisme.* — Pertes par

frottements + pertes dans les dents — travail du couple de l'hystérésis et courants de Foucault.

Fig. 5. — Courbes d'arrêt et de démarrage avec stator excité
Nota. OA mesure la vitesse du synchronisme.

Cette courbe des valeurs de L coupe l'axe des abscisses en $n_0$ [1] et pour obtenir les points correspondant aux vitesses de $n_0$ à o on peut relever une courbe de démarrage (fig. 5, courbe 2). La

Fig. 6. — Courbes des diverses puissances sur l'arbre en fonction de la vitesse.

tangente change alors de signe et par conséquent la puissance devient négative (fig. 6). Il s'agit

(1) Voir la courbe discontinue *a* de la figure 6. Sur la figure 5 les deux courbes 1 et 2 ont évidemment pour asymptote commune une droite parallèle à l'axe des *t* à une distance égale à cette vitesse $n_0$ qui est celle que prend le moteur avec stator excité et rotor ouvert. La discontinuité de la courbe *a* correspond à une double valeur, due au couple d'hystérésis, de la tangente à la courbe d'arrêt (fig. 5) pour la vitesse du synchronisme OA.

donc de déterminer le travail du couple de l'hystérésis et des courants de Foucault; connaissant d'une part le travail correspondant aux pertes par frottement + pertes dans les dents, et d'autre part, au moyen de la courbe d'arrêt obtenue avec stator ouvert, le travail du frottement seul, nous obtiendrons les pertes dans le fer résultant des pulsations du champ dans les dents par la simple différence de ces deux travaux.

Fig. 7. — Puissances fournies par le stator en fonction de la vitesse.

En traçant la puissance empruntée au stator (rotor ouvert) en fonction du nombre de tours du rotor, celui-ci étant entraîné par une machine spéciale, on obtient la courbe *abcde* (fig. 7). Le ressaut de l'ordonnée au synchronisme représente le double de la puissance du couple d'hystérésis. Et puisqu'au synchronisme, la perte par courants de Foucault et la puissance correspondante sur l'arbre du rotor sont nulles, la parallèle *fg* aux abscisses, menée par le milieu du ressaut du synchronisme, représente la perte constante dans le fer du stator. Les ordonnées de la surface *hfg* représentent la perte dans le fer du rotor et celles de la surface *hgc* la puissance utile du couple d'hystérésis. Les ordonnées de la surface *abch* donnent la puissance totale communiquée au rotor pour les courants de Foucault.

En considérant ce qui vient d'être dit, on voit qu'une courbe telle que *cia*, dont les ordonnées croissent proportionnellement au carré des abscisses (les pertes par courants de Foucault sont proportionnées au carré du glissement), partant de *c* et passant par *a*, sépare les pertes par courants de Foucault de la puissance utile de ces courants. Les ordonnées de la surface *abcia* re-

présentent donc la puissance utile du couple des courants de Foucault.

On peut faire un raisonnement analogue au-dessus du synchronisme. Dans la figure 6, les puissances utiles des couples de l'hystérésis et des courants de Foucault sont, au-dessous du synchronisme, additionnées à la courbe de puissance O*a* et soustraites au-dessus du synchronisme, et on obtient ainsi la courbe O*b* qui représente les pertes par frottements + pertes par pulsations dans les dents, en fonction du nombre de tours.

On peut séparer les différentes pertes par frottements, paliers, balais, etc., suivant les méthodes connues.

*
* *

Exemple. — Essais faits avec un moteur A. E. G. de 20 HP, 220 volts, 50 périodes, 6 pôles. Le pendule qui a été employé avait les dimensions indiquées dans la fig. 8. Le moment d'inertie du pendule complet, cylindre, bande de fer et boulon d'attache était de 0,218 (kgm²). Le temps d'oscillation $t = 1{,}273$ sec. admis comme moyenne de 20 observations.



Fig. 8. — Pendule employé dans l'essai. Échelle : 1 : 20.

Le couple de direction D pour le pendule était égal a 4,54 kgm²/sec.², d'où $\Theta = 0{,}217$ kgm².

Il est impossible d'obtenir une oscillation convenable du rotor entraîné par le pendule lorsque les paliers ont des coussinets ordinaires. Les oscillations sont trop fortement amorties. On doit monter le rotor sur palier à billes.

On a obtenu ainsi pour la durée nouvelle de l'oscillation du rotor $t_1 = 2{,}05$ sec., d'où

$$\Theta_r = 0{,}267 \text{ (kgm}^2\text{)}.$$

Il est nécessaire de ne pas choisir un pendule dont le moment d'inertie soit trop grand par rapport à celui de rotor puisque celui-ci est obtenu par différence et il vaut mieux prendre un pendule court et lourd.

La fig. 9 donne les courbes d'arrêt et de démarrage, avec stator excité et sans excitation relevées après un fonctionnement normal de plusieurs heures. La constante C est dans le cas présent

$$C = 9{,}81\ \Theta_r \left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 = 0{,}0287.$$

Les échelles dans la figure sont : 1 mm. = 5 tours et 1 mm. = 1/2 sec. On a donc pour $\operatorname{tg} \alpha = \frac{dn}{dt}$ une échelle de $\frac{1}{2.5}$.

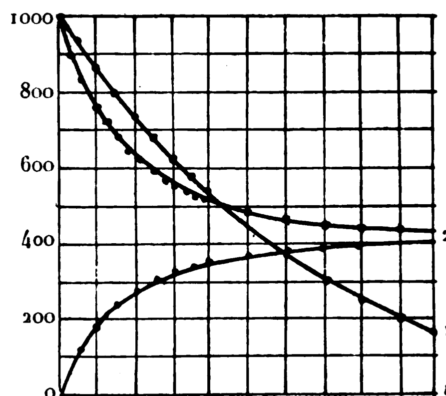



Fig. 9. — Courbes d'arrêt et de démarrage relevées.

Il faudra multiplier la constante C par 10 d'où C = 0,29. Les courbes de puissance déduites des courbes d'arrêt sont données dans la fig. 10.

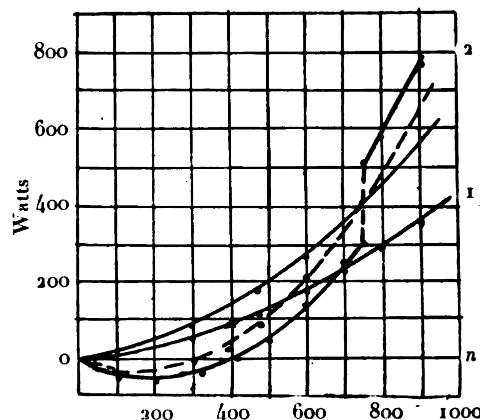



Fig. 10. — Courbes des diverses puissances sur l'arbre en fonction de la vitesse *n*. — Nota. La courbe en pointillé donne la somme des pertes par frottement et par pulsations du champ dans les dents. Les courbes 1 et 2 correspondent respectivement aux courbes 1 et 2 de la figure 9, d'après lesquelles elles ont été dressées.

Pour obtenir le couple hystérésis et courants de Foucault, on a relevé la puissance du stator avec rotor ouvert, en fonction du nombre de tours du rotor (fig. 11).

Finalement les résultats déduits de ces courbes sont : pertes dans le fer du stator, 405 watts ; ressaut de la puissance au synchronisme, 190

watts; énergie transmise au rotor par suite de l'hystérésis, 95 watts;

$$\text{Couple d'hystérésis} = \frac{\text{Watts}}{9{,}81 \frac{2\pi n}{60}} = 0{,}124 \text{ mkg.}$$

A 420 tours le couple d'entraînement était égal au couple résistant.

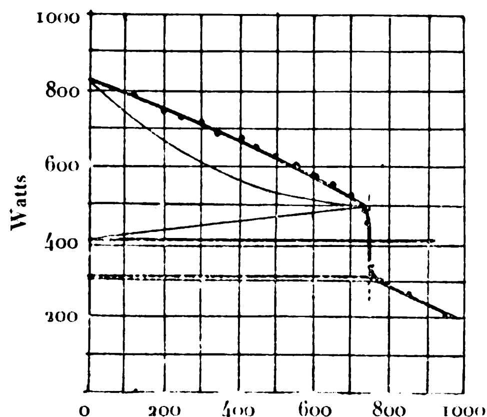



Fig. 11. — Puissances fournies par le stator en fonction de la vitesse.

On peut, en posant les balais sur les bagues, obtenir les courbes de la fig. 12 qui donnent séparément les diverses pertes par frottement [1].

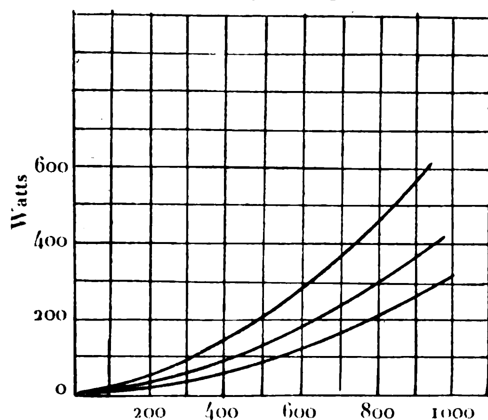



Fig. 12. — Valeurs de diverses pertes en fonction de la vitesse.

Il est à remarquer que les pertes par pulsations dans les dents ont une valeur assez élevée: dans l'exemple présent, 33 % des pertes dans le fer du stator, mais c'est un cas particulièrement défavorable. L. G.

[1] Sur la figure 12, la courbe inférieure donne les pertes par le frottement dans les paliers, la courbe médiane, les pertes par le frottement des balais, et la courbe supérieure, les pertes par pulsations du champ dans les dents.

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

*Appareils de synchronisation.* — **P. MacGahan et H.-W. Young.** — *The Electric Journal.*

Les auteurs divisent les appareils de synchronisation pour le couplage des alternateurs en deux classes:

Les appareils indicateurs ou synchroscopes;

Les appareils automatiques.

Un bon appareil indicateur doit remplir trois fonctions distinctes:

1° Il doit indiquer si la machine à coupler est en retard ou en avance;

2° Il doit indiquer également l'ordre de grandeur de l'écart;

3° Enfin, il doit indiquer l'instant précis de la concordance de phase.

Bien que l'on emploie encore le plus généralement des lampes comme indicateur de synchronisme, ce procédé n'est pas entièrement satisfaisant car il reste toujours la possibilité de coupler deux machines ayant une différence de phase considérable.

L'un des synchroscopes les plus répandus est celui du type Lincoln; nous en rappellerons brièvement le principe [1]. Cet instrument comporte un inducteur de moteur bipolaire monophasé en tôles (fig. 1); ce rotor est constitué par une armature en fer D portant deux bobines B et C décalées de 90° l'une par rapport à l'autre et couplées en série.

Sur l'axe du moteur, sont fixées trois bagues: deux de ces bagues sont reliées aux extrémités libres de l'enroulement induit, la troisième communique avec le point de jonction des deux bobines B et C.

En série respectivement avec les bobines C et B se trouvent une résistance non inductive Q et une inductance P. Enfin, les bornes 1 et 2 communiquent avec l'alternateur à coupler et les bornes 3 et 4 avec les barres omnibus de la station. Dans ces conditions, l'on peut s'arranger de manière à ce qu'il existe une différence de phase voisine de $\frac{\pi}{2}$ entre les courants circulant dans les enroulements B et C.

[1] E. P. Woodbury. — Sur un nouvel indicateur de phase. — *Éclairage Électrique*, tome XXXI, 19 avril 1902, p. 117.

Supposons d'abord que les courants parcourant l'inducteur M et la bobine B soient en phase, ce qui coïncide avec un synchronisme parfait entre la machine à coupler et le réseau, puisque ces deux circuits sont tous les deux très inductifs.

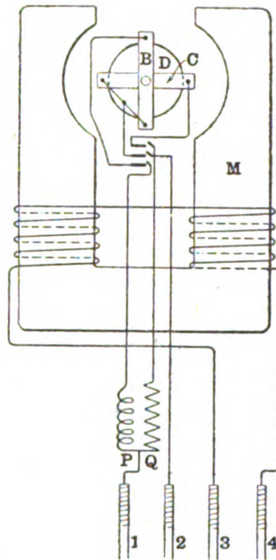



Fig. 1. — Synchroscope Lincoln.

La position d'équilibre du rotor sera alors celle de la figure 1, pour laquelle il n'y a aucun couple entre la bobine B et le champ du stator M, le courant dans C étant décalé de $\frac{\pi}{2}$ sur le courant dans M. L'index mobile porté par le rotor se superpose alors à une flèche tracée sur une échelle.

Au contraire, lorsque les machines ne sont pas en phase, il se produit un couple entre C et M, et le rotor se met à tourner à droite ou à gauche, suivant le sens du déphasage.

Si ce déphasage atteint $\pm \frac{\pi}{2}$, le plan de la bobine C tend à se mettre parallèle au flux inducteur, et s'il atteint $\pi$ la position d'équilibre correspond à un déplacement de l'index de 180° par rapport à la position d'équilibre.

Tous les autres déphasages possibles correspondent aux positions intermédiaires de l'index [1].

Si les machines à coupler ont des vitesses angulaires différentes, le rotor ne s'arrête dans aucune position, mais tourne avec une vitesse angulaire égale à la différence algébrique des vitesses de pulsation des courants.

Pour opérer le couplage, il suffit donc d'attendre que l'index s'arrête en se superposant à la flèche indiquant le parfait synchronisme.

Comme contrôle, l'on peut utiliser en même temps des lampes à incandescence, le synchroscope ne pouvant suivre les trop grandes différences entre les vitesses de pulsation des courants.

Au lieu d'employer l'appareil Lincoln, qui convient surtout dans les installations puissantes où il est nécessaire que les indications soient visibles à distance, l'on peut employer le synchroscope du type dit « Inductor » qui n'exige qu'une puissance apparente de 10 watts et peut par suite être alimenté avec les mêmes transformateurs que les voltmètres.

Il dérive en réalité du type Lincoln en rendant fixes les bobines B et C et mobile l'inducteur M. Pour diminuer toutefois le poids de la partie mobile et supprimer les bagues de contact, le fer seul de l'inducteur est mobile suivant un dispositif également appliqué dans certains compteurs. Il consiste à employer une bobine inductrice fixe concentrique à l'axe, entourant un noyau également cylindrique fixé sur cet axe et muni à chaque extrémité d'une projection polaire radiale. Ces projections sont de sens opposé et remplacent les pôles de l'inducteur M de l'appareil Lincoln.

Comme type d'appareil déterminant automatiquement le couplage, les auteurs décrivent le dispositif ingénieux suivant (fig. 2) qui semble remplir toutes les conditions requises.

Un fléau E pivotant librement autour d'un axe L est muni à chaque extrémité d'un noyau plongeur soumis à l'action d'un solénoïde. Sur cet axe L est calé un secteur en matière isolante B portant un maneton B′ ; ce maneton est entraîné

(1) En supposant une forme sinusoïdale pour les courants et la distribution des flux, il est facile de montrer que la position d'équilibre correspond à un angle de déviation $\theta$ du rotor, par rapport à l'index marquant le synchronisme, égal à l'angle de déphasage $\alpha$ entre les deux courants.

Le couple moyen est en effet évidemment proportionnel à

$$\frac{2}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} \sin \omega t \left[\sin(\omega t + \alpha) \sin \theta + \cos(\omega t + \alpha) \cos \theta\right] dt$$

c'est-à-dire à $\sin(\alpha - \theta)$.

(N. D. T.)

au moyen d'une fourche portée par le levier coudé J monté fou sur l'axe L, ainsi que E.

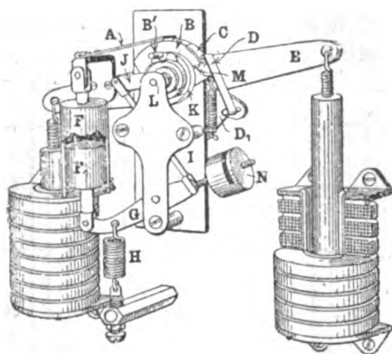



Fig. 2. — Appareil automatique pour le couplage des alternateurs.

La liaison entre J et B est rendue élastique dans de certaines limites an moyen d'un petit ressort à spirale K. Le secteur B porte une touche C normalement en contact avec le balai fixe D réglable au moyen du ressort $D_1$ ; un autre balai A est fixé sur le balancier E. A ce même levier est fixé le cylindre F d'un amortisseur muni d'une soupape, de manière à ne créer de résistance que par raréfaction, lorsque le cylindre F monte ; $F_1$ est le piston correspondant constamment rappelé par le ressort H qui maintient également dans sa position de repos le secteur B, au moyen de la bielle I actionnant le levier J précédemment décrit, et du levier oscillant G ; enfin, N est un contre-poids de réglage.

Chaque solénoïde est divisé en 8 galettes égales, ces sections étant reliées alternativement en série de manière à former deux circuits distincts d'un nombre égal de spires (fig. 3).

Ces deux circuits sont reliés respectivement aux barres 1, 2 de la station et aux bornes 3, 4 de l'alternateur à coupler ; en outre les connexions sont, comme le montre la figure 3, disposées de telle manière que ces deux circuits étant parcourus par des courants continus, leurs ampèretours aient une action concordante pour un solénoïde, et contraire pour l'autre. Dans ces conditions, il est facile de se rendre compte que lorsque les fréquences des deux courants sont différentes, le levier E reçoit un mouvement alternatif correspondant aux oscillations des lampes de phases ou du synchroscope (¹). Supposons d'abord que la différence de fréquence soit très faible, et que les deux machines viennent presque en phase, le sens des connexions étant tel que les ampèretours des deux circuits

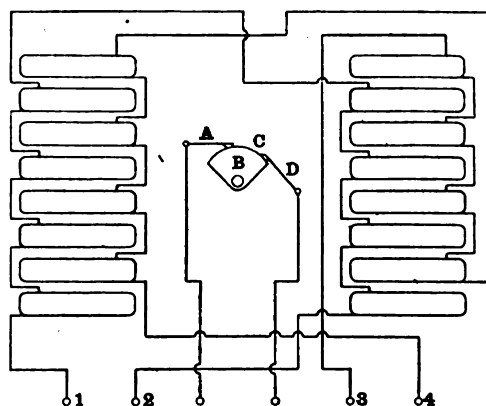



Fig. 3. — Schéma des connexions de l'appareil automatique.

aient alors une action concordante pour le solénoïde de droite ; en conséquence, les ampèretours résultants dans le solénoïde de gauche sont très faibles (en supposant que les tensions soient les mêmes pour les deux circuits), et le fléau tend à prendre lentement une position d'équilibre correspondant à l'inclinaison maxima vers la droite. Grâce à la lenteur de ce déplacement, le cylindre F peut être soulevé sans entraîner par le piston $F_1$ retenu par le ressort H, et l'on peut donc considérer le secteur C comme fixe. Le balai A porté par le levier E vient alors en contact avec ce secteur, et le circuit du relai commandant l'interrupteur de couplage est fermé par le trajet ACD (fig. 3) ; le couplage est donc opéré automatiquement à un instant déterminé

(¹) Désignons par $A_1$ et $A_2$ les ampèretours des circuits pour chaque solénoïde ; en admettant que l'attraction est proportionnelle au carré des ampèretours résultants, l'effort instantané exercé sur le solénoïde droite sera par exemple proportionnel à :

$$(A_1 + A_2)^2$$

et sur celui de gauche, à :

$$(A_1 - A_2)^2.$$

L'effort résultant sur le balancier sera donc proportionnel à $4A_1A_2$.

Si ces ampèretours $A_1$, $A_2$ varient sinusoïdalement dans le temps suivant des fréquences $f_1$ et $f_2$, l'effort résultant est ainsi la somme de deux efforts périodiques de fréquence $f_1 + f_2$ et $f_1 - f_2$ dont le dernier est seul susceptible d'actionner le balancier. (N. D. T.).

que l'on peut d'ailleurs régler par la distance relative des contacts, etc.

Il est à remarquer que si la différence de fréquence est un peu plus grande, sans toutefois dépasser la limite permettant un couplage satisfaisant, l'air n'a pas le temps de rentrer suffisamment dans le dash-post, et le piston $F_1$ est entraîné malgré le ressort antagoniste H ; le secteur B actionné par la bielle I et le levier J, vient au devant du balai A.

Le contact actionnant le relais a donc lieu automatiquement un peu plus tôt afin de donner le temps d'agir à l'électro-aimant et au mécanisme déclanchant l'interrupteur de couplage, et d'opérer celui-ci toujours à l'instant précis du synchronisme.

Mais lorsque la différence de fréquence dépasse une certaine limite, les oscillations du balancier sont trop rapides pour que l'air puisse entrer dans le dash-post, le piston $F_1$ et le cylindre F deviennent en quelque sorte solidaires, et le segment C, entraîné à gauche par le levier J et la bielle I, quitte le balai D avant de rencontrer le balai A ; le relais ne fonctionnera donc pas tant que la différence de fréquence ne sera pas suffisamment petite.

Naturellement l'on peut ajouter à un tel appareil, différents dispositifs ou interrupteurs accessoires, suivant les cas, afin de faciliter la manœuvre générale.

J. B.

---

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

*L'usine d'électricité de Berlin à la fin de 1906*, — **K. Wilkens**. — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 3 octobre 1907.

En 1906 les générateurs de la centrale ont produit 182 808 881 K. W. H. pour une capacité totale de 81 566 K.W.

Les diagrammes (fig. 1) donnent l'augmentation progressive de la charge maxima de l'usine en K. W., celle de la valeur de l'installation, et celle enfin de tous les amortissements.

Les diagrammes (fig. 2) donnent la variation de la puissance nominale des récepteurs soit pour l'éclairage, soit pour la force motrice, le nombre des moteurs et enfin celui des abonnés.

Les diagrammes (fig. 3) donnent d'année en année, les consommations en K. W. H. pour l'éclairage, la force motrice, les tramways et la consommation totale.

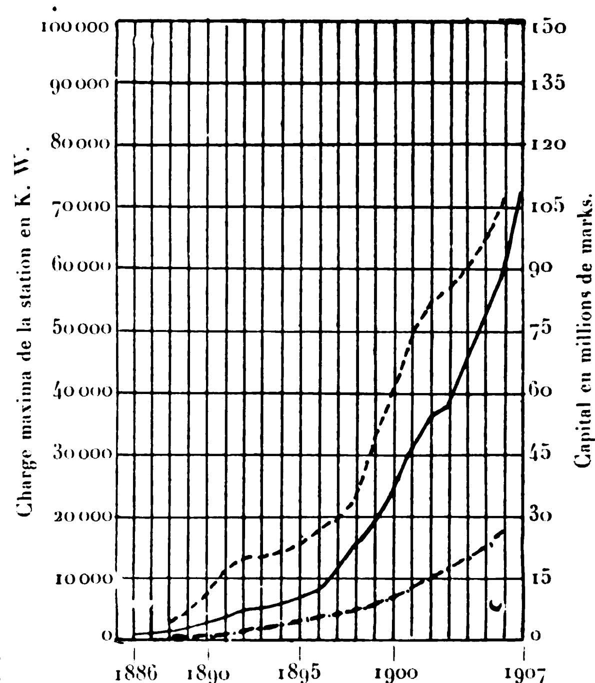



Fig. 1. — Nota. La courbe en trait plein se rapporte à la charge maxima en K. W., la courbe en pointillé à la valeur de l'installation évaluée en millions de marks, et la courbe en trait mixte à la valeur totale des amortissements.

Les courbes des figures 2 et 3 ont été tracées au moyen des chiffres consignés respectivement dans les tableaux I et II.

L'énergie est produite dans trois grandes centrales à vapeur, sous forme de courant triphasé à 6 000 volts ; l'une d'elle produit en outre du triphasé à 10 500 volts pour l'alimentation de deux sous-stations éloignées. Toutes les localités qui forment la banlieue de Berlin ont des postes de transformation qui abaissent la tension de $3 \times 6000$ à $3 \times 220$, et elles sont alimentées par du courant triphasé.

La ville elle-même est divisée en un certain nombre de sections où sont établies des stations de convertisseurs de triphasé en continu et la distribution se fait sur un réseau de $2 \times 220$

TABLEAU I

| ANNÉES | NOMBRE de MOTEURS | NOMBRE des CONSOMMATEURS | PUIS. NOM. DES MOTEURS (sans les tram.). | PUIS. RÉCLAMÉE en K. W. pour l'éclairage. |
|---|---|---|---|---|
| Décembre 1885. | » | » | 60 | 251 |
| — 1886. | » | » | 156 | 645 |
| — 1887. | » | » | 416 | 2 023 |
| — 1888. | 17 | 65 | 475 | 2 457 |
| — 1889. | 28 | 112 | 872 | 3 898 |
| — 1890. | 76 | 288 | 1 314 | 5 333 |
| — 1891. | 121 | 520 | 1 782 | 6 856 |
| — 1892. | 232 | 802 | 2 100 | 8 054 |
| — 1893. | 380 | 1 355 | 2 580 | 9 101 |
| — 1894. | 663 | 2 252 | 2 930 | 10 752 |
| — 1895. | 1 347 | 3 750 | 4 633 | 12 975 |
| — 1896. | 2 056 | 4 607 | 7 224 | 14 601 |
| — 1897. | 2 873 | 5 432 | 10 054 | 15 956 |
| — 1898. | 3 858 | 6 093 | 13 358 | 18 071 |
| — 1899. | 5 764 | 7 173 | 22 037 | 21 122 |
| — 1900. | 7 538 | 8 328 | 28 612 | 24 684 |
| — 1901. | 8 920 | 9 434 | 32 115 | 28 016 |
| — 1902. | 10 847 | 10 573 | 38 114 | 31 526 |
| — 1903. | 12 933 | 12 265 | 44 448 | 36 195 |
| — 1904. | 15 403 | 14 701 | 52 645 | 42 840 |
| — 1905. | 18 423 | 17 338 | 64 751 | 50 064 |

TABLEAU II

| ANNÉES | CONSOMMATION EN MILLIONS DE K.W.H. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | pour ÉCLAIRAGE | pour MOTEURS | TRAMWAYS | TOTALE |
| Décembre 1885. | 0,038 | » | » | 0,038 |
| — 1886. | 0,039 | » | » | 0,039 |
| — 1887. | 0,790 | » | » | 0,790 |
| — 1888. | 1,419 | 0,020 | » | 1,439 |
| — 1889. | 2,751 | 0,083 | » | 2,834 |
| — 1890. | 3,776 | 0,294 | » | 4,070 |
| — 1891. | 5,024 | 0,211 | » | 5,235 |
| — 1892. | 5,519 | 0,273 | » | 5,792 |
| — 1893. | 5,762 | 0,611 | » | 6,373 |
| — 1894. | 6,344 | 1,122 | » | 7,466 |
| — 1895. | 7,380 | 2,269 | » | 9,906 |
| — 1896. | 8,651 | 4,030 | » | 14,469 |
| — 1897. | 9,944 | 5,847 | 2,443 | 18,234 |
| — 1898. | 10,905 | 7,792 | 10,167 | 28,264 |
| — 1899. | 12,502 | 17,343 | 20,169 | 50,014 |
| — 1900. | 13,796 | 22,378 | 34,111 | 70,285 |
| — 1901. | 15,082 | 23,314 | 41,232 | 79,628 |
| — 1902. | 19,289 | 25,054 | 41,425 | 85,768 |
| — 1903. | 22,692 | 30,643 | 45,166 | 98,501 |
| — 1904. | 27,067 | 37,218 | 47,288 | 111,573 |
| — 1905. | 33,042 | 44,109 | 50,953 | 128,104 |

volts pour la lumière et de 550 volts pour les tramways (1).

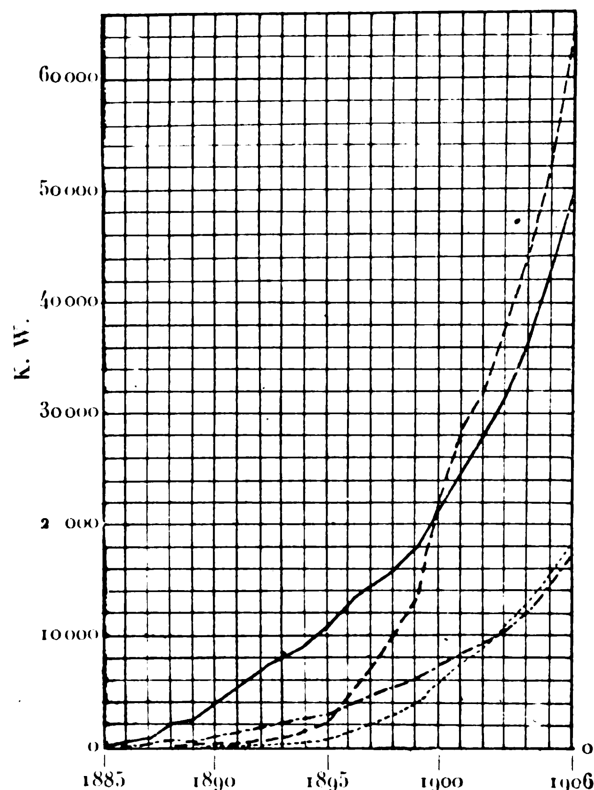



Fig. 2. — Nota. La courbe en trait plein se rapporte à la puissance nominale en K.W. absorbée par l'éclairage, la courbe en pointillé allongé à celle absorbée par les moteurs (non compris les tramways et chemins de fer), la courbe en ponctué au nombre des moteurs, et enfin la courbe en trait mixte au nombre des abonnés.

Le diagramme de la consommation pour l'éclairage présente deux parties distinctes, accroissement à peu près proportionnel jusqu'en 1900, et depuis accroissement plus rapide. Au contraire le même diagramme relatif aux moteurs présente à partir de 1895 une augmentation rapide que les deux chiffres extrêmes accusent nettement. En 1895 la puissance des moteurs installés est de 2 930 K. W., elle atteint 64 751 K. W. en 1906. C'est là un fait sur lequel on ne saurait trop insister parce qu'il montre la faveur dont jouit le moteur électrique; il confirme

(1) L'auteur s'étend ensuite longuement sur les détails des diverses installations.

l'introdution de plus en plus généralisée du travail mécanique dans les ateliers, et l'on sait déjà

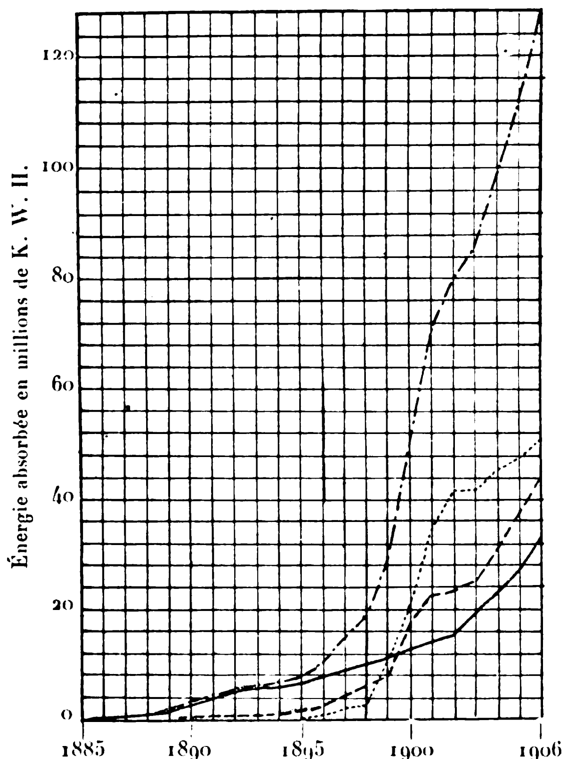



Fig. 3. — Nota. La courbe en trait plein se rapporte à l'énergie absorbée pour la lumière exprimée en millions de K.W.H., la courbe en pointillé allongé à celle absorbée par les moteurs industriels, la courbe en ponctué à celle absorbée par les tramways et chemins de fer, et enfin la courbe en trait mixte à la consommation totale.

combien ce fait explique les succès industriels de nos voisins.

L. G.

## OSCILLATIONS HERTZIENNES & TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

***Sur les résultats de l'application du circuit de Duddell à la télégraphie et à la téléphonie sans fil, et sur quelques perfectionnements possibles.*** — Communication présentée par M. **Gino Campos**, au *Congrès annuel de l'Association électrotechnique italienne*, à Parme, le 25 septembre 1907.

Dans la première partie de sa communication, l'auteur rappelle l'importance très grande pour la radiotélégraphie d'obtenir un générateur d'oscillations électriques non amorties. Il rappelle aussi que déjà, au mois de mars 1903 dans un travail intitulé « Sur le circuit de Duddell et ses applications possibles à la télégraphie rapide et à la téléphonie sans fil (¹) » il a traité cette question en indiquant le dispositif de l'arc de Duddell comme étant susceptible d'applications très intéressantes à la radiotélégraphie, et cela, parce qu'on avait déjà alors démontré la possibilité (qui est maintenant confirmée) d'obtenir par l'arc ordinaire des fréquences au delà de 100 000. L'auteur a examiné aussi, alors, les différentes dispositions qu'on pouvait suivre et les principales propriétés de ce système, en faisant remarquer la possibilité d'augmenter beaucoup, par son emploi, la rapidité des signaux radiotélégraphiques et la syntonisation ; et il en a particulièrement considéré l'application possible à la téléphonie sans fil au moyen d'une variation dans la fréquence ou d'une modulation des ondes émises.

Quelques expérimentateurs, en Italie et ailleurs, en s'occupant surtout du problème de la téléphonie sans fil, ont cru préférable l'emploi de décharges discontinues, en supposant que l'usage de l'arc ordinaire ne puisse pas permettre d'obtenir des fréquences au delà de 30 à 40 000. D'autres au contraire, particulièrement en France et en Allemagne, se livrant à l'étude de l'arc et de son application (que beaucoup d'auteurs considéraient aussi comme possible), ont apporté une ample contribution aux connaissances sur la qualité des électrodes et du milieu, sur la dynamique et l'hystérésis de l'arc, etc. Des perfectionnements notables ont été récemment introduits par M. le Pr Poulsen, surtout par l'emploi de l'arc dans l'hydrogène ou quelques-uns de ses composés et dans un champ magnétique, et par l'emploi d'électrodes refroidies et tournantes.

Depuis un an, de très grands et très importants progrès ont été faits dans l'étude et l'application du nouveau système, qui est déjà employé dans plusieurs stations. Non seulement on a établi des communications radiotélégraphiques à plus de 3 000 kilomètres de distance, mais il paraît qu'à cette distance il a été possible de télégraphier d'un navire ; la téléphonie sans fil a pu être effectuée d'une façon parfaite et avec

(¹) Association électrotechnique italienne. Section de Milan. Séance du 13 mars 1903. Voir les *Actes de l'A. E. I.*, 1903 et aussi « *Telegrafia e Telefonia senza fili* » du Pr D. Mazzotto, page 354 et suiv. Traduction française de M. J.-A. Montpellier et anglaise de M. S. R. Bottone.

quelques applications pratiques. On ne croit pas trouver des difficultés particulières en abordant des distances bien supérieures à celles actuelles, et on se prépare maintenant à assurer un service transocéanique avec le nouveau système; quelques savants pensent même que l'on pourra plus facilement atteindre la téléphonie transocéanique par le nouveau système sans fils que par les câbles sous-marins.

On peut observer que, quoique les perfectionnements apportés par M. Poulsen soient en partie très utiles, surtout quant à l'augmentation de l'énergie disponible, ils ne sont pas essentiels ni indispensables, et quelques-unes des Compagnies qui exploitent le système à arc, ne s'en servent pas. Des expériences récentes ont même démontré qu'ils peuvent être remplacés avec avantage par d'autres dispositifs, qui avaient été également considérés par l'auteur de cette communication, par exemple l'emploi d'une atmosphère de vapeur d'eau ou d'air comprimé; il est probable que l'emploi de la vapeur sous pression pourra donner de très bons résultats dans cette direction. On pourra peut-être trouver aussi une source de perfectionnements dans l'emploi, déjà indiqué par l'auteur, des soupapes cathodiques, ou tubes à vide, au lieu de l'arc; et cela surtout à cause de la régularité de fonctionnement qu'on peut espérer atteindre.

Dans la deuxième partie de sa communication, l'auteur considère la possibilité d'obtenir *une génératrice mécanique d'oscillations électriques persistantes,* en remplaçant l'arc ou bien les dispositifs semblables mentionnés plus haut, dans le circuit de Duddell, par un dispositif électromécanique satisfaisant aussi aux conditions et relations algébriques déjà étudiées par M. Duddell et par d'autres auteurs (c'est-à-dire ayant une caractéristique rapidement tombante) et capable ainsi de produire dans le circuit oscillant une série persistante d'oscillations électromagnétiques.

Un dispositif satisfaisant aux conditions demandées est la dynamo-série (¹). L'auteur croit cependant que l'usage, qui a été déjà proposé, d'une dynamo-série avec inducteur et induit en fer, même très divisé, pourrait présenter des difficultés à cause de l'hystérésis, si l'on ne prenait pas des précautions particulières. On peut en diminuer l'effet par un choix convenable de la self-induction, ou mieux le compenser par l'emploi d'un circuit auxiliaire pour l'excitation.

(¹) Voir l'*Éclairage Électrique*, 2 novembre 1907, p. 172.

Avec des dynamos en dérivation excitées par un circuit convenablement syntonisé avec le circuit principal, on peut obtenir des caractéristiques semblables à celles des dynamos-série; aussi peuvent-elles être employées au même but (¹).

D'ailleurs, à cause de la puissance limitée demandée ordinairement, des dynamos sans fer seraient probablement suffisantes, et elles pourraient correspondre bien mieux aux conditions les plus favorables.

En général, soit pour les dynamos-série, soit pour celles en dérivation, on peut remarquer que l'usage de collecteurs avec commutation donnerait lieu à des groupes d'oscillations produits par une variation périodique dans l'intensité, la longueur d'onde, la forme, etc., des oscillations. Cette propriété pourrait être très utile dans quelques cas, si l'on voulait syntoniser avec la fréquence de commutation et de ces groupes d'ondes une basse fréquence du récepteur, en faisant usage d'un récepteur sélectif, avec ou sans syntonisation pour la fréquence des oscillations (²). Dans la plupart des cas, cependant, et surtout pour la téléphonie sans fil, l'emploi d'une source d'oscillations vraiment continues et semblables entre elles (sauf naturellement les modulations nécessaires à la transmission) semble préférable: l'usage des dynamos *unipolaires,* c'est-à-dire sans commutation, peut alors se présenter comme avantageux.

Il est certain que la nécessité se fait sentir d'avoir une méthode de production mécanique d'oscillations électriques, au moins une méthode plus industrielle et régulière que celles qui sont actuellement employées. On affirme que quelques Compagnies travaillent maintenant à résoudre ce problème, de la sorte que, si l'usage du circuit oscillant paraît être essentiel ou tout au moins très utile pour cette production, l'emploi de l'arc, au contraire, ne paraît constituer

(¹) Les objections soulevées à propos de l'article précité de M. R. Rüdenberg ne semblent pas être levées par l'emploi d'un circuit spécial d'excitation.

(N. D. L. R.)

(²) Système dérivant du procédé de syntonisation préconisé par M. Blondel en 1899.

(N. D. L. R.)

actuellement qu'un dispositif transitoire destiné à être remplacé bientôt peut-être par des méthodes plus perfectionnées.

**_La Thermophonie et son emploi dans le domaine des oscillations électriques,_ — F. Weinberg.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 25 septembre 1907.

C'est en 1883 que Preece construisit le premier termophone en utilisant une membrane, et son appareil fut le point de départ du développement de la thermophonie. Le premier thermophone Preece se composait d'un tube acoustique fermé à une extrémité par une membrane et à l'autre par un fond plat. Entre le fond plat et la membrane se trouvait un fil de platine très fin, dans lequel on faisait passer un courant alternatif ou un courant continu intermittent. Il se trouvait alternativement plus ou moins échauffé, donc plus ou moins tendu et la membrane subissait les effets de ces variations. Preece abandonna de suite la membrane et utilisa directement l'effet calorifique pour obtenir le son. A l'Exposition de Vienne en 1883 la Société de Branville et Cie exposait le premier thermophone vibrant; il se composait d'un tube acoustique, dans lequel à travers un liège passaient deux fils de longueur inégale *a* et *b* (fig. 1) entre lesquels se trouvait une spirale de fil fin *c*. Le passage du courant alternatif élevait et abaissait alternativement la température de l'air du tube et les vibrations pouvaient être distinguées à l'extrémité: l'effet d'un tel thermophone était extrêmement faible.

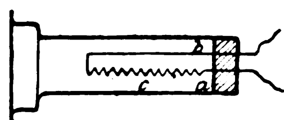



Fig. 1.

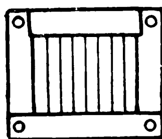


Fig. 2.

Après la découverte des propriétés acoustiques d'un arc par le Dr Simon, le Pr Braun montra qu'on pouvait en tirer un meilleur thermophone. D'après l'indication du Pr Braun, Abramczyki fit quelques essais, en utilisant un bolomètre (fig. 2), treillis de 10 bandes de 0mm,55 de large et 10 millimètres de long; la distance des bandes étaient de 0mm,05 de sorte que la surface supérieure d'absorption ne dépassait pas 1 centimètre. Ce bolomètre avait une résistance de 30 ohms. Si on le plaçait dans le circuit secondaire d'un appareil d'induction, on ne pouvait rien entendre; seulement, lorsqu'en plus un courant constant le traversait, cet appareil agissait comme un téléphone. Le phénomène se produisait déjà avec un courant de 0,06 ampères; si le courant s'élevait à 0,12 ampères l'intensité du son s'élevait. De 0,1 à 0,2 ampères un microphone pouvait être mis en circuit, à la place de l'appareil d'induction, et tout ce que l'on disait au microphone était répété par le bolomètre. On remplaça aussi le bolomètre par de minces bandes de tôle de laiton. Si un courant d'intensité périodique variable $i$ traverse la résistance $w$ pendant le temps $dt$, la quantité de chaleur est exprimée par $i^2 w dt$. Soit $i_0$ l'amplitude du courant, les plus grandes variations de température sont proportionnelles à $i_0^2 w$, et par le passage d'un courant constant I, la variation d'effet Joule pour une variation $di$ du courant est $2 I di w$. Si maintenant $di = i_0 \sin 2\pi nt$, les variations maxima de température sont exprimées par $2 I i_0 w$, et peuvent s'élever arbitrairement par l'augmentation de I.

Cet appareil donnait également un son très faible parce que sa surface, et l'air qui l'entourait, offraient une capacité d'absorption assez faible. Tyndall et Röntgen montrèrent que des tubes, remplis de différents gaz, pouvaient produire un son sensible à plusieurs mètres en y produisant un éclairement intermittent. Poulsen parvint ainsi à produire par la disposition d'une lampe à arc dans une atmosphère d'hydrogène plus de 100 000 oscillations électriques par seconde, ce qui suppose une énorme capacité d'absorption. Dans la disposition de Simon, où l'air, décomposé par l'ozonisation de l'acide nitrique, était lancé avec une grande vitesse, on ignorait à quoi pouvait tenir l'effet étonnamment puissant de l'arc comme thermophone. L'effet d'un thermophone dépend cependant, pour un gaz donné, non seulement de la valeur du courant supplémentaire, mais en outre, de la grandeur du conducteur traversé par le courant et de la différence de température entre le conducteur et le gaz; ou bien pour une température donnée du conducteur, l'effet dépend de la vitesse du gaz lancé. Au moyen d'un rhéostat creux, assez creux et assez long, avec circulation d'air, et chauffé par le courant d'une canalisation à 110

volts, on peut percevoir le bruit des machines de la centrale. On a pu constater ce phénomène pour un échauffement du fil du rhéostat de 37° avec une température de l'air de 19°. L'abaissement de la température et l'augmentation de la vitesse de l'air renforcent le son, tandis que celui-ci décroît dès que l'air est fortement chauffé dans le voisinage du rhéostat. En plaçant dans le même circuit une lampe à arc, le rhéostat reproduirait très clairement le sifflement ou la parole communiqué à l'arc (fig. 3).

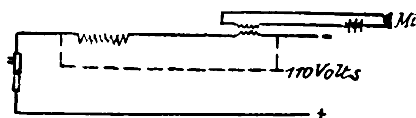



Fig. 3.

En plaçant 4 ou 5 rhéostats en série, l'intensité du son s'élève sensiblement. Si on se rend compte qu'une combinaison de ce genre ne représente pas autre chose qu'un four électrique, on comprendra que ce four puisse jouer le rôle de thermophone. L'effet particulièrement intense de la disposition de la figure 3 s'explique par ce que les variations du courant du microphone se répercutent sur le transformateur, puis sur l'arc; par l'intermédiaire de celui-ci elles modifient le courant principal du circuit qui influence de son côté le rhéostat. Si on coupe brusquement le circuit de la lampe, et si on met immédiatement en circuit le rhéostat, encore chaud et le transformateur (ligne pointillée), la parole dite dans le microphone se reproduira très faiblement, jusqu'à ce que la température du rhéostat soit tombée en dessous de 35°. D'ailleurs, on sait déjà qu'un corps métallique chauffé artificiellement agit comme thermophone.

Dans le même but, l'auteur disposa dans un circuit une petite barre de fer de 4 millimètres d'épaisseur et 3 centimètres de long; il la porta au rouge au moyen d'un brûleur à gaz et la connecta au secondaire d'un appareil d'induction, et après un léger refroidissement du résonateur, on put entendre légèrement le son. En éteignant le gaz, mais en laissant le brûleur ouvert, le gaz en s'échappant sur la lame augmentait l'intensité du son.

On peut s'expliquer le phénomène en considérant que par l'échauffement d'un corps, celui-ci se dilate dans toutes ses dimensions et, par suite, sa cohésion moléculaire est réduite. Autour de chacune de ses molécules se forme une couche d'air chaud, infiniment mince, que le courant doit traverser. Ces couches d'air sont en relation entre elles et avec l'atmosphère et les variations d'intensité du courant se répercutent dans ces couches en y donnant lieu à des modulations de son.

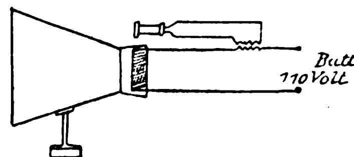



Fig. 4.

L'auteur fit encore un essai, en adoptant la disposition suivante (fig. 4) : le courant fourni par une batterie d'accumulateurs portait au rouge un rhéostat placé à l'extrémité d'un cornet acoustique. Un téléphone était disposé dans le secondaire d'un transformateur dont le primaire était en série avec le rhéostat, et dans ce téléphone on pouvait entendre tout ce qui était dit dans le cornet acoustique. Un autre essai, beaucoup plus important, fut fait au moyen d'une capacité et d'une self-induction, mises en parallèle sur une spirale de fil porté au rouge. On ne put tout d'abord rien remarquer, mais pourtant, en fermant le condensateur sur un fil de 100 ohms, en ouvrant alors le circuit et en variant la self-induction, le rhéostat produisait un sifflement léger et on pouvait le percevoir même dans une pièce voisine avec un téléphone. Le circuit était le siège d'oscillations et conservait cette résonance aussi longtemps que le condensateur était en circuit et que la self-induction avait une valeur convenable.

Tous les essais qui ont été faits au moyen de lampes à incandescence en parallèle avec un microphone dans un circuit n'ont pas permis jusqu'à présent de les utiliser dans ce système de téléphonie à cause du vide intérieur des ampoules. Pour établir de semblables oscillations, on dut avoir recours à des corps qui, comme l'air chaud dans les lampes à arc, subissent des modifications de résistance électrique pour des différences même faibles de température. Un corps de cette nature est le thorium, très employé depuis l'introduction de la lampe Nernst. Comme l'air, ce corps à basse température n'est pas conducteur, mais chauffé fortement, sa résistance tend vers

un minimum. Une petite barre de thorium peut, sous l'influence du courant d'un microphone, être utilisée comme émetteur d'ondes et si on compare à ce point de vue les lampes à arc, à incandescence et Nernst, on est étonné que cette dernière source de lumière provoque des oscillations de même intensité que la lampe à arc. Mais puisque le rayonnement lumineux de la lampe à arc est beaucoup plus grand que celui de la lampe Nernst, on doit en conclure que les variations de résistance de celle-ci sont beaucoup plus grandes que celles de l'arc chantant. Lorsque l'auteur mit un bâton de thorium incandescent T

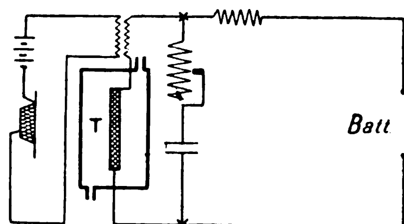



Fig. 5.

dans le circuit indiqué dans la figure 5 et le plaça dans une boite traversée par un courant d'hydrogène, le sifflement des oscillations parut cesser immédiatement. Mais ce doit être là une illusion acoustique résultant de ce que le nombre de vibrations est trop élevé pour que l'oreille puisse le percevoir. Pour le vérifier, l'auteur laissa passer le gaz très lentement et remarqua qu'un téléphone placé prèsdu circuit d'oscillations rendait une série de sons de plus en plus élevés jusqu'à ce que le son fût subitement étouffé.

En se servant donc de ce téléphone au thorium, placé dans une atmosphère d'hydrogène, on remplacerait avantageusement l'arc trop instable pour la production d'oscillations entretenues.

L. C.

## BREVETS

### CONSTRUCTION DE MACHINES

***Machines à courants alternatifs.*** — **Mershon.** — Brevet français n° 378809, publié le 11 octobre 1907.

Pour améliorer le démarrage des moteurs asynchrones, sans être obligé d'employer des résistances extérieures réglables alimentées au moyen de bagues, ou court-circuitées en vitesse par des dispositifs à force centrifuge, M. Mershon propose de réunir les barres telles que BB' de l'enroulement à cage d'écureuil du rotor R (fig. 1) par une résistance *r*, une capacité *c* et

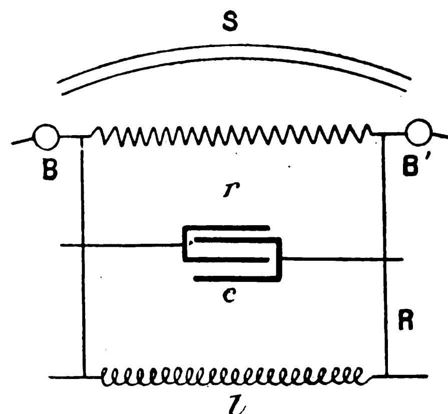



Fig. 1.

une self-induction *l* mises en parallèle. Au démarrage l'effet des capacités *c* est maximum, la fréquence dans les circuits du rotor étant alors égale à la fréquence du réseau, et le couple est ainsi amélioré ; l'on peut d'ailleurs s'arranger de manière à ce que les courants déwattés passant dans la self-induction et dans la capacité soient alors égaux et de signe contraire de telle sorte que tout se passe comme si la résistance *r* était seule en circuit. Lorsque la fréquence n'est plus que celle du glissement, le courant passe principalement dans la self-induction *l* et l'inventeur estime que le moteur fonctionne alors à peu près comme un moteur normal. Au lieu d'une cage d'écureuil, l'on peut évidemment employer un enroulement bobiné et même prévoir des enroulements distincts pour *r*, *l*, *c*. L'emploi de faibles tensions a cependant l'avantage de permettre l'usage des condensateurs électrolytiques à lames d'aluminium ; dans ce cas, ces condensateurs seront formés de plaques circulaires parallèles montées sur l'axe du moteur et entourées d'une enveloppe, soit mobile, soit fixe contenant un liquide approprié. L'on peut profiter de l'action de la force centrifuge pour obtenir une circulation de cet électrolyte. D'ailleurs, dans ce cas, l'on peut supprimer *r* les pertes dans le condensateur électrolytique étant suffisamment élevées. D'après l'inventeur, ce

système convient parfaitement aux moteurs à changement de pôles (1).

***Dispositif de sûreté empêchant de renverser brusquement la rotation des moteurs électriques.*** — **A. Pifre.** — Brevet français n° 378921, publié le 19 octobre 1907.

Ce brevet est relatif aux moteurs shunt à courant continu, munis d'un inverseur à commande électromagnétique au moyen de deux électro-aimants A et B provoquant chacun un sens de marche différent. Un démarreur automatique est en outre en série avec l'induit de manière à ce que l'on puisse lancer le courant par la simple manœuvre de l'inverseur. Pour atteindre le but proposé, un électro-aimant auxiliaire C est branché aux bornes de l'induit, et son circuit est coupé lorsque le moteur fonctionne dans un sens ou dans l'autre, c'est-à-dire tant que l'un des électro-aimants A, B est en fonction ; cet électro-aimant peut à son tour, lorsqu'il est parcouru par un courant, couper le circuit d'alimentation des électro-aimants A, B. Dans ces conditions, supposons qu'à l'aide du commutateur de manœuvre l'on mette en activité l'électro-aimant A, et qu'une fois le moteur ainsi démarré, l'on déplace brusquement le commutateur de manière à renverser la marche; en faisant agir B au lieu de A.

Dès que l'électro-aimant A devient inerte, et avant que l'on ait eu le temps de lancer le courant sur B, le circuit de l'électro-aimant auxiliaire C se trouve fermé, ainsi qu'il a été dit, sur l'induit du moteur qui fonctionne en génératrice, son excitation étant prise directement au réseau.

(1) En réalité ce système constitue un perfectionnement au dispositif proposé, il y a déjà quelques années par M. Fischer-Hinnen (Voir l'*Éclairage Électrique*, 1900, tome XXIV, p. 131). Ce dernier système a l'inconvénient d'augmenter le coefficient de fuite $\sigma$ du moteur par suite de la présence de la bobine de s. i. ; cet inconvénient est ici diminué par l'emploi d'un condensateur. Si celui-ci est électrolytique, il n'y aura pas intérêt, contrairement à ce que semble penser l'inventeur, à diminuer autant que possible la tension, car l'on serait ainsi conduit à des courants très intenses traversant l'électrolyte ; il faudra adopter la tension maxima donnant toute sécurité au point de vue de la rupture de la couche isolante sur les plaques.

(N. D. L. R.)

Tant que la vitesse est suffisante, l'armature de cet électro-aimant C coupe donc le circuit des électro-aimants A et B de l'inverseur, et par suite B ne pourra fonctionner que lorsque le moteur se sera arrêté à peu près complètement. D'ailleurs, pour activer cet arrêt, l'électro-aimant C peut être choisi peu résistant, et mis en série avec un rhéostat convenable ; l'on obtient ainsi un freinage électrique.

***Séparateur magnétique.*** — **H. H. Wait.** — Brevet américain n° 871782, délivré le 30 juillet 1907.

Lorsque l'on a affaire à un mélange de deux poudres ayant des perméabilités magnétiques presque identiques, l'on doit leur faire subir un traitement préliminaire qui change les propriétés magnétiques de l'une de ces poudres. Par exemple pour un mélange de molybdènite et de mica, l'on peut se baser sur la plus grande porosité de ce dernier. Le mélange finement pulvérisé et convenablement tamisé, sera traité par une solution de sulfate de fer, puis chauffé ou exposé à l'air. Le mica, grâce à sa porosité, absorbe et retient un dépôt d'oxyde de fer magnétique, de telle sorte que la séparation devient possible. Le séparateur magnétique représenté par la figure 1 comporte une armature en tôle

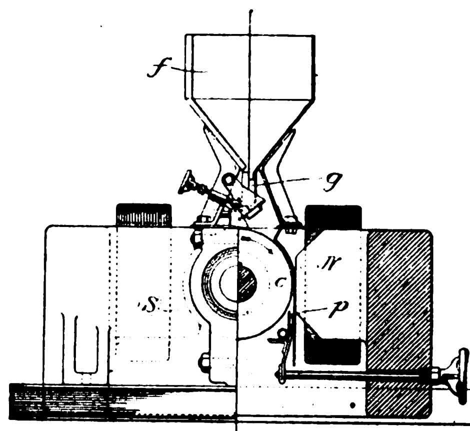


Fig. 2.

C, dentée à sa périphérie et tournant entre les pôles du système inducteur NS. Le mélange contenu dans la trémie *f* tombe sur cette armature et est entraîné sous l'un des pôles. Les particules magnétiques sont attirées et retenues par les dents, tandis que les particules non magnétiques tombent directement suivant la tangente

verticale à l'armature C. Une cloison $p$, réglable au moyen d'un volant à main, isole les poudres ainsi séparées.

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

***Système de déchargeur ou de parafoudre pour les lignes.* — Ateliers Thomson-Houston.** — Brevet français n° 373074.

Avec la ligne se trouve reliée une paire de feuilles métalliques formant électroscope et qui s'écartent l'une de l'autre lorsque la tension s'élève par suite de perturbations atmosphériques. Elles viennent alors en contact avec un plot relié à la terre au moyen d'une résistance ohmique très élevée.

***Mise à la terre automatique.* — F. B. Cook.** — Brevet américain n° 814 849.

Ce brevet se rapporte à un système de mise automatique à la terre lorsque le courant qui traverse une ligne augmente brusquement par suite d'un court-circuit. Entre deux ressorts se trouve maintenue une pastille de charbon ou de graphite traversée par le courant de la ligne à protéger. Sur le côté de cette pastille vient s'appuyer un troisième ressort R relié à la terre; enfin, une lame isolante facilement fusible est intercalée normalement entre le dernier ressort R et la pastille en charbon. Lorsque, par suite d'un court-circuit, celle-ci s'échauffe, la lame isolante fond et le ressort R, venant s'appuyer contre la pastille, met la ligne à la terre.

***Parafoudre pour circuits électriques.* — W. Gifford et E. M. Dixon.** — Brevet français n° 378 842, publié le 17 octobre 1907.

Le parafoudre comporte une série de crayons de charbon parallèles et réunis à leurs sommets par une barre métallique transversale reliée au réseau. Ces crayons sont prolongés par des cylindres en cuivre ou en laiton, dont les extrémités libres sont arrondies, et qui correspondent à d'autres cylindres semblables placés au-dessous et séparés des premiers par un intervalle d'air réglable. Ces derniers cylindres sont enfin réunis à la terre au moyen d'une barre collectrice, et l'on réalise ainsi, en somme, un éclateur multiple d'un type connu. Les résistances en graphite ont pour but d'empêcher l'établissement d'un arc lorsque les décharges s'écoulent à la terre par l'intermédiaire des éclateurs. D'après les inventeurs, un semblable dispositif fonctionne pour une élévation de tension de 10 %; avec une distribution à 1 000 volts, des crayons d'une longueur de 12 centimètres et d'un diamètre de 1 centimètre leur semblent convenir parfaitement [1]. Certains montages spéciaux facilitent la construction et l'entretien.

## ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Four électrique.* — Paul Lacroix et Compagnie universelle d'acétylène.** — Brevet français n° 378 828, publié le 17 octobre 1907.

Ce brevet se rapporte aux fours à arc avec électrodes verticales. Afin d'obtenir une température croissant progressivement de haut en bas dans le four, l'électrode inférieure est de section plus faible que l'électrode supérieure, afin d'augmenter la densité de courant, et, par suite, l'échauffement dans le sens voulu.

***Four électrique.* — Société des brevets Dolter.** — Brevet français n° 378 955, publié le 22 octobre 1907.

Ce four est du type dit à induction; il est destiné plus spécialement au réchauffage des métaux à estamper, ainsi qu'à la cuisson des produits céramiques ou de verrerie. Le circuit magnétique fermé est composé d'un anneau de tôle. Sur une portion de cet anneau est bobiné l'enroulement primaire, qui peut être muni éventuellement de plusieurs prises. Le circuit secondaire est formé d'une simple boucle rectangulaire entourant l'enroulement primaire. Le côté de cette boucle traversant l'anneau formant le circuit magnétique, et les deux côtés adjacents sont constitués par des barres de forte section présentant une résistance ohmique aussi faible que possible. Le quatrième côté de la boucle, au contraire, est composé d'un tube creux peu

[1] Ce parafoudre est tout à fait analogue à celui construit par MM. Campbell et signalé dans l'*Éclairage Électrique* du 19 octobre 1907, page 36; il est donc fort possible qu'il s'agisse du même appareil. (N. D. L. R.)

épais en matière conductrice, de résistivité élevée et plus réfractaire que le corps à traiter. Ce tube forme le creuset, et, de cette manière, toute la chaleur produite par effet Joule est utilisée à élever sa température ; le nickel et le charbon en particulier semblent convenir plus particulièrement comme matières utilisables pour sa fabrication. La jonction du reste du circuit secondaire avec le creuset ainsi réalisé est faite au moyen de la soudure autogène, au besoin avec dépôt galvanoplastique.

***Procédé pour obtenir une masse de tantale homogène.* — M. von Pirani.** — Brevet américain nº 848 600, délivré le 26 mars 1907.

Pour obtenir une masse homogène de tantale, le tantale en poudre est soumis à l'action des rayons cathodiques. Un récipient en verre, dans lequel existe un vide convenable, est muni de deux couvercles en métal à ses extrémités opposées. L'un de ces couvercles porte un réflecteur également métallique servant de cathode et concentrant les rayons cathodiques sur une coupe placée sur l'anode et contenant la poudre de tantale. Sous l'influence des rayons cathodiques, le tantale fond rapidement et forme une masse homogène ; au moyen d'un champ magnétique extérieur, l'on peut d'ailleurs diriger aisément ces rayons aux divers points de la surface de la coupe. L'avantage de ce procédé est de ne nécessiter aucun organe mécanique à l'intérieur du récipient et d'être d'une manipulation très commode.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik und Meteorologie*** (Traité de Physique et de Météorologie de Müller-Pouillet), tome III. — 1 volume grand in-8 de 923 pages avec 3 000 figures ou tableaux. — Friedrich Vieweg und Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 18 marks.

La première partie du tome II de ce traité a été analysée ici-même récemment [1], et le présent tome, relatif à la chaleur, la chimie-physique, la thermodynamique et la météorologie, a été rédigé dans le même esprit par MM. les professeurs L. Pfaundler, A. Wassmuth, de Gratz, K. Drucker, de Leipzig, et J. Hann, de Vienne. Parmi les douze chapitres de ce volumineux ouvrage, nous signalerons plus particulièrement le chapitre III, où se trouvent exposés d'une façon claire et élémentaire les principes de la statique physico-chimique, le chapitre VI relatif à la thermodynamique, et dans lequel les formules fondamentales, telles que celle de Poisson, sont établies sans faire usage du calcul intégral, et enfin le très intéressant chapitre VII, qui donne les principes de la théorie cinétique des gaz. Il est à regretter toutefois que les machines à vapeur données comme exemples d'application de la thermodynamique soient de types aussi démodés que la machine de Watt et que l'on trouve la description d'un moteur à air chaud, tandis que les moteurs à gaz sont seulement mentionnés. Ce reproche peut d'ailleurs être adressé à un grand nombre d'ouvrages de physique, qui dédaignent souvent de se maintenir au courant des progrès réalisés par l'industrie.

A. B.

[1] Voir *l'Éclairage Électrique*, 28 septembre 1907, tome LII, page 460.

***Die Untersuchung electrischer Système auf Grundlage der Superposition principien*** (Étude des systèmes électriques au moyen du principe de la superposition), par le Dr **H. Hausrath.** — 1 volume in-8 de 126 pages, avec 19 figures. — Julius Springer, éditeur, Berlin. — Prix : broché, 3 marks.

Ce petit ouvrage très original a pour objet, comme son titre l'indique, une étude des systèmes électriques au moyen du principe de la superposition. Ce principe a déjà été l'objet d'applications diverses à des cas particuliers, notamment à l'étude de la transmission sur les longues lignes [1], mais il était intéressant de réunir tous ces éléments pour

[1] Voir par exemple l'étude de M. Blondel : Méthode pratique pour le calcul des lignes à courants alternatifs présentant de la self-induction et de la capacité. *Éclairage Électrique*, tome XLIX, 17 novembre 1906, page 241.

en former une doctrine générale. La base du principe de la superposition réside dans la forme linéaire des équations de Maxwell relatives aux systèmes de conducteurs linéaires, et déterminant une relation entre les courants et les tensions. L'exposition de ces propriétés générales et leur généralisation aux conducteurs massifs sont données dans les premiers chapitres (de I à III). Le chapitre IV est consacré à une application intéressante à des transformations de schémas (transfiguration). Le chapitre V contient quelques méthodes intéressantes pour déterminer les coefficients Y ou admittances partielles (teiladmittanz) des égalités de Maxwell appliquées aux courants alternatifs, notamment dans le cas des câbles. Le chapitre VI, l'un des plus intéressants à notre avis, montre comment l'on peut, par les essais à vide et en court-circuit, déterminer les conditions de fonctionnement de tous les systèmes reliés par deux points à une source de tension déterminée, et par deux autres points à un circuit extérieur déterminé (le transformateur ordinaire peut être regardé comme un cas particulier). Enfin, le dernier chapitre est réservé à des applications aux méthodes de mesure d'isolement des réseaux en charge.

Comme l'on peut en juger par ce rapide aperçu, la lecture de l'ouvrage du Dr Hausrath est fort attrayante et nous ne saurions trop engager nos lecteurs à y consacrer une partie de leurs loisirs, bien que le sujet ne leur paraisse peut-être pas d'une application industrielle immédiate.

J. B.

***Grundzüge der Beleuchtungstechnik*** (Traité d'éclairage), par **L. Bloch.** — 1 volume in-8 de 157 pages avec 41 figures. — Julius SPRINGER, éditeur, Berlin. — Prix : broché, 4 marks.

Tandis que l'on rencontre dans la plupart des ouvrages traitant cette question la description d'un grand nombre de sources de lumière artificielle et les résultats détaillés de mesures et d'essais relatifs à ces diverses sources, les calculs pratiques et les méthodes à employer dans un projet d'installation d'éclairage font à peu près complètement défaut. Le plus souvent l'on s'en remet à l'expérience ou même au hasard. De tels procédés ne sont plus admissibles actuellement, étant donné le développement considérable des divers systèmes d'éclairage, devenus de plus en plus économiques et astreints à se faire une concurrence acharnée. Le présent volume est destiné, dans l'esprit de son auteur, à combler cette lacune en fournissant des éléments utiles pour la prédétermination des installations d'éclairage. Son point de départ se compose de quelques articles publiés dans le même but par l'auteur dans le *Journal für Gasbeleuchtung* et l'*Elecktrotechnische Zeitschrift* ; ces articles ont été rassemblés et complétés de manière à en rendre les applications pratiques aussi commodes que possible. L'ouvrage, divisé en six chapitres, débute par l'exposé des principes dont la connaissance est indispensable ; dans le chapitre IV, plus spécialement réservé aux applications, se trouvent des exemples judicieux correspondant aux principaux cas qui peuvent se présenter dans l'éclairage public ou particulier. Le chapitre VI traite la question de l'éclairage indirect.

Au total, ce traité, dû à un spécialiste, est fort intéressant et rendra de grands services aux ingénieurs s'occupant de cette question importante.

J. B.

***Contribution à la construction et à l'emploi des lampes électriques portatives dans les mines,*** par **E. Dinoire.** — 1 volume in-12 de 66 pages. — TALLANDIER, éditeur, Lille. — Prix : broché, 2 francs.

Ce petit traité, fait par un spécialiste de l'exploitation des mines, renferme des données pratiques et des renseignements que pourront mettre à profit très utilement les électriciens qui s'occupent de l'éclairage des mines.

Le livre aurait un peu gagné, pensons-nous, s'il avait été complété par une table des matières et si l'auteur en avait supprimé les deux ou trois intégrales qui doivent être assurément étonnées de s'y trouver !

L. G.

## ERRATUM

Dans l'article intitulé « Résistance à vide et en court-circuit des câbles à courant alternatif », par C. Breitfeld, publié dans *l'Éclairage Électrique* du 19 octobre 1907, tome LIII, page 97, lire à la douzième ligne (7) au lieu de (8).

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Tome LIII. Samedi 16 Novembre 1907. 14e Année. — N° 46.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



## SUR LE TRANSFORMATEUR A RÉSONANCE *(Suite)*(1).

### B. *Étude graphique approchée.*

Dans le cas où l'hypothèse (9') est admissible, la question du transformateur à résonance se ramène immédiatement au cas simple étudié en premier lieu.

L'égalité (9') peut être mise sous la forme

$$I_1 = -aI_2; \qquad (11)$$

en effet, le rapport de transformation $a$ est approximativement égal à $\frac{L_2}{M}$, puisque l'on n'intercale pas d'inductance auxiliaire dans le circuit à haute tension.

Désignons par $l_1$ et $l_2$ les coefficients de self-induction des bobines additionnelles $S_1$ et $S_2$ (fig. 1) et des fuites.

Les équations fondamentales s'écrivent dès lors comme suit, en tenant compte de (11), et en appelant $\Phi$ le flux résultant dans le transformateur :

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= R_1I_1 + l_1\omega I_1 j + n_1\omega\Phi j \\ O &= -R_2\frac{I_1}{a} - l_2\omega\frac{I_1}{a}j + n_2\omega\Phi j + U_2 \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

$$-\frac{I_1}{a} = c\omega U_2 j.$$

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 26 octobre et 2 novembre 1907, pages 109 et 145.

Par élimination de $I_{11}$ et de $\Phi$, et en se rappelant que $a = \frac{n_2}{n_1}$, l'on arrive immédiatement à l'égalité :

$$E_1 = -\left(R_1 + \frac{R_2}{a^2}\right) C\omega a U_2 j - \left[\left(l_1 + \frac{l_2}{a^2}\right) C\omega^2 a - \frac{1}{a}\right] U_2 \qquad (13)$$

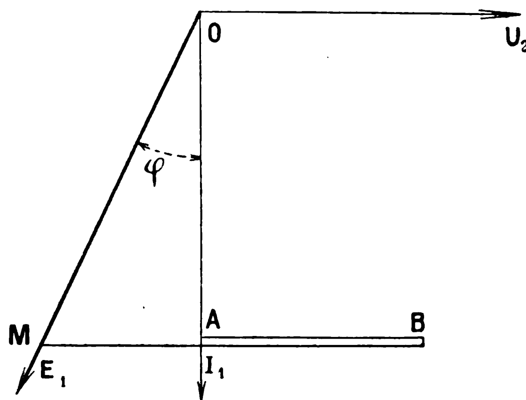



Fig. 4. — Étude graphique approchée de la résonance primaire.

L'on obtient ainsi le diagramme de la figure 4 dans lequel :

$$OA = U_2\left(R_1 + \frac{R_2}{a^2}\right)C\omega \quad \left(\text{en retard de } \frac{\pi}{2} \text{ sur } U_2\right)$$

$$AB = \frac{1 - l_2 C\omega^2}{a} U_2 \text{ (1)}$$

$$BM = -\frac{l_1 C\omega^2}{a} U_2.$$

Si l'on prend $l_1$ comme variable, le diagramme montre donc que le rapport des tensions $\frac{E_1}{U_1}$ est minimum, lorsque le point M coïncide avec le point A, c'est-à-dire, lorsque l'on a :

$$C\omega a^2 \left(l_1 + \frac{l_2}{a^2}\right) = 1. \qquad (14)$$

L'on retrouve donc la même formule que dans le cas simple d'une bobine de self-induction en série avec le condensateur, si l'on a soin de ramener au primaire les valeurs de la self-induction secondaire et de la capacité en divisant la première par $a^2$, et en multipliant la seconde par le même carré. D'ailleurs, si l'on se sert d'un transformateur industriel normal, où les fuites sont très faibles, et que l'on n'ajoute aucune inductance au circuit à haute tension, la formule précédente s'écrit

$$\omega^2 C l_1 a^2 = 1, \qquad (14')$$

$l_1$ désignant alors la self primaire additionnelle.

(1) Le segment AB est naturellement compté comme positif ($l_2 C\omega^2 < 1$), sans quoi il n'y aurait naturellement plus possibilité de résonance par le primaire, l'inductance secondaire étant déjà trop élevée.

Ainsi qu'on peut le vérifier, cette formule donne des résultats suffisants en pratique.

L'angle MOA est manifestement égal à l'angle $\varphi$ de décalage entre $E_1$ et $I_1$ (¹), et comme il fallait s'y attendre, il est encore nul à la résonance.

Nous ne nous arrêterons pas à ces divers résultats, d'ailleurs connus, et nous passerons à l'étude du rapport $\frac{E_1}{U_2}$ ; à la résonance il a pour expression réelle, au signe près :

$$\frac{E_1}{U_2} = \left(R_1 + \frac{R_2}{a^2}\right) C\omega a. \qquad (15)$$

Il convient, dès à présent, de remarquer que, dans le terme entre parenthèses, il faut envisager les résistances ohmiques apparentes définies précédemment et tenant compte des pertes dans le fer. Pour un transformateur de puissance donnée, si l'on ne tenait compte que des pertes ohmiques, la somme entre parenthèses serait indépendante du rapport de transformation $a$; en effet, la résistance $R_2$ varie proportionnellement à $a^2$, le volume de cuivre étant constant. Il en résulte que, d'après la formule (15), la surtension serait d'autant plus aiguë que le rapport de transformation $a$ serait plus faible ; il est certain à priori que cela ne peut être exact en pratique que dans de certaines limites ainsi que le montre le raisonnement simple suivant. Au fur et à mesure que l'on diminue $a$, il faut, pour obtenir la résonance, augmenter $l_1$, d'après (14'), et comme l'on est toujours limité par les dimensions de la bobine de self-induction primaire, les pertes dans cette dernière augmentent rapidement.

Même dans les limites où les variations de $l_1$ peuvent être obtenues au moyen d'un noyau de fer plongeur réglable, ce point de vue doit être pris en considération.

En effet, dans tout ce qui précède, nous avons supposé que la résistance ohmique apparente resterait à peu près constante lorsque l'on fait varier la self-induction primaire, et cette hypothèse, qui permet de simplifier considérablement la discussion des formules, n'est admissible dans les essais qu'autant que les bobines de self-induction sont d'une puissance comparative très élevée. Toutefois dans la pratique, avec les bobines de self-induction à noyau réglable, les pertes dans le fer croissent assez fortement lorsque l'on enfonce le noyau. La loi de variation de la résistance ohmique apparente variable ainsi introduite, en fonction de la self-induction, n'est guère possible à prédéterminer et l'on devra s'en remettre à l'expérience ; toutefois nous examinerons un cas simple dans lequel l'on recherche la résonance au moyen d'un certain nombre variable de bobines de self-induction identiques intercalées dans le circuit primaire; dans ces conditions, la résistance ohmique apparente totale peut être regardée comme une fonction linéaire de la self-induction $l_1$

$$\rho = \rho_0 + \rho_1 l,$$

et en désignant par $\lambda\omega$, la self-induction apparente négative constante due à l'effet de la capacité combiné avec celui des fuites magnétiques, le rapport entre $E_1$ et $U_2$ peut se mettre d'après (13) sous la forme

$$E_1 = -(\rho_0 + \rho_1 l_1) C\omega a U_2 j - (l_1 - \lambda) C\omega^2 a U_2. \qquad (16)$$

Sous cette forme, on voit immédiatement que les variations du rapport $\frac{E_1}{U_2}$ en fonction de $l_1$ peuvent être étudiées au moyen d'un diagramme analogue à celui de la figure (2), ce qui

(¹) Sur le diagramme l'angle $\varphi$ marqué correspond à un retard de $E_1$ sur $I_1$, puisque le courant $I_1$, en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur $U_2$, est en phase avec OA.

nous dispensera de le tracer. L'on vérifie alors que le minimum de ce rapport n'a pas lieu, lorsque $E_1$ et $U_2$ sont en quadrature, c'est-à-dire, lorsque $E_1$ et $I_1$ sont en phase ($\varphi = 0$).

Nous supposons, dans le cas présent, $I_1$ en opposition avec $I_2$ c'est-à-dire en quadrature avec $U_2$, conformément à l'équation (13).

Les hypothèses précédentes sur la dépendance de $\rho$ par rapport à $l_1$, ne représentent pas évidemment le cas le plus fréquent en pratique. Toutefois, ce simple exemple montre bien toute la complexité du problème de la résonance, même en régime permanent, complexité accrue, comme nous l'avons dit, par l'incertitude des relations qui relient les pertes dans le fer aux diverses valeurs de la self-induction de la bobine de réglage.

Un cas particulier également intéressant est celui où l'on modifie le nombre de spires secondaires, sans modifier le primaire ; c'est un cas qui se présente souvent en pratique avec un secondaire muni de prises multiples afin de régler le rapport de transformation $a$. La résistance ohmique apparente R due à l'effet Joule dans le primaire et aux pertes dans le fer de la bobine de réglage peut alors être regardée comme constante (sous les réserves faites ci-dessus) ; la résistance ohmique réelle du circuit secondaire est proportionnelle aux nombres de spires $n_2$ du secondaire, mais comme il faut diviser cette résistance par $a^2$, d'après (13) et (15), l'on obtient ainsi un terme en $\frac{r}{a}$. Il peut encore se faire qu'au lieu de modifier $a$ par suppression de spires, l'on conserve un poids de cuivre constant sur le secondaire (cette modification nécessite alors naturellement un passage à l'atelier) ; la résistance secondaire est dans ce cas proportionnelle à $a^2$, et son effet se traduit simplement par une augmentation de R.

Quoi qu'il en soit, les pertes dans le fer du transformateur dépendent du flux de ce transformateur, et dans une première approximation, on les regardera comme proportionnelles au carré de la tension primaire $\frac{U_2}{a}$ aux bornes dudit transformateur (supposé sans fuites pour simplifier). En définitive, pour déterminer la résistance ohmique apparente $\rho$ de l'ensemble, l'on peut écrire que les pertes Joule fictives correspondantes $\rho I_1^2$ sont égales aux pertes $\left(R+\frac{r}{a}\right) I_1^2$ et aux pertes dans le fer du transformateur $k\frac{U_2^2}{a^2}$ ($k$ étant une constante) :

$$\rho I_1^2 = \left(R+\frac{r}{a}\right) I_1^2 + k\frac{U_2^2}{a^2}.$$

En remplaçant $U_2$ par $\frac{I_1}{aC\omega}$, l'on obtient donc pour $\rho$ la valeur

$$\rho = R + \frac{r}{a} + k\frac{1}{a^4C^2\omega^2}. \qquad (16)$$

Si l'on porte cette valeur dans l'expression du rapport $\frac{E_1}{U_2}$ pour la résonance, il vient :

$$\frac{E_1}{U_2} = \left(R + \frac{r}{a} + \frac{k}{a^4C^2\omega^2}\right) aC\omega. \qquad (17)$$

L'on constate ainsi manifestement que le produit du second membre passe par un minimum en fonction de $a$, puisqu'il devient infini pour

$$a = 0$$

t

$$a = \infty .$$

Ce minimum a lieu pour

$$a = \sqrt[4]{\frac{3k}{RC^2\omega^2}},$$

et l'on voit que le rapport de transformation ainsi défini, est d'autant plus faible que la capacité et les pertes ohmiques sont plus grandes ou que les pertes dans le fer sont moins élevées.

Si ces dernières sont relativement élevées, il peut donc se faire que la tension $U_2$ de résonance, croît pratiquement d'une manière continue lorsque l'on augmente le rapport de transformation $a$, et ce résultat est bien conforme à l'expérience.

*Méthode de calcul pratique.*

Lorsqu'il s'agit d'une installation entièrement nouvelle, l'on se trouve souvent embarrassé par le grand nombre d'inconnues à déterminer et, d'autre part, d'après ce que l'on vient de voir, il est difficile de prétendre à une grande précision dans les calculs. La méthode suivante, en raison même de sa trèsgrande simplicité, nous paraît, dans ces conditions, la plus commode.

Dans les quantités déterminées à l'avance par les conditions de l'exploitation, l'on peut ranger la capacité C, la fréquence $\omega$ et la tension de la source $E_1$. La capacité C est déterminée d'après les conditions requises pour le circuit à haute fréquence, et il n'entre pas, par conséquent, dans le cadre de notre étude de discuter les valeurs à admettre. Nous dirons seulement que la valeur atteint généralement quelques dixièmes de microfarad et qu'une capacité de $\frac{1}{2}$ microfarad se rapporte déjà à une installation puissante.

Le choix de la fréquence $\omega$ est très important. Naturellement, dans certains cas, elle est déterminée à l'avance à priori, lorsqu'on se sert par exemple d'un secteur de distribution. Cependant, avec les stations isolées ou à bord des navires [1], l'on peut disposer de $\omega$, et le choix peut être basé sur les considérations suivantes. Au point de vue strict de la puissance apparente A définie précédemment, il est bien évident qu'une fréquence élevée est désavantageuse. Toutefois, pour se prononcer d'une manière définitive, il faut rechercher la relation entre la puissance apparente $E_1I_1$ fournie par la source, et cette puissance A.

Remarquons qu'en définitive, d'après tout ce que nous avons vu, une telle relation est indépendante de la valeur absolue de la tension d'alimentation $E_1$, et que par conséquent nous pouvons raisonner avec une approximation suffisante sur le cas simple d'une bobine de self-induction en série avec le condensateur ; il est seulement nécessaire de faire une correction tenant compte des pertes supplémentaires lorsqu'on emploie un transformateur. D'après l'équation (3) on peut écrire, pour la résonance :

$$EI = C\omega U^2 \times \frac{R}{L\omega}$$

$$= CU^2 \times \frac{R}{L}.$$

L'on pourrait donc croire que, pour un produit $CU^2$ donné, la puissance apparente fournie par la source est indépendante, au moins en apparence, de la fréquence.

Mais, en réalité, le rapport $\frac{R}{L}$ croît avec cette fréquence, et il semble qu'à ce point de vue

[1] Dans ce dernier cas, l'on se sert en général d'un moteur à courant continu alimenté par le réseau à bord du navire.

l'on ait intérêt à adopter une valeur peu élevée ; cependant, aux basses fréquences, le poids des transformateurs augmente. En résumé, l'on peut dire qu'une fréquence de 50 périodes à la seconde constituera une limite que l'on ne devra pas dépasser, et il paraît avantageux de descendre jusqu'à 25 périodes.

En ce qui concerne la tension primaire, l'on se guidera surtout sur la commodité d'exploitation ; la question de la manipulation est à cet égard une des plus importantes à considérer, mais son étude sort des limites de notre présente note.

Cela posé, supposons donc connues les quantités $\omega$, C, $E_1$, $U_2$.

L'on se fixera, d'après essais, une valeur arbitraire pour le facteur

$$y = \frac{l_1 + \frac{l_2}{a^2}}{R_1 + \frac{R_2}{a^2}},$$

sauf à la vérifier tous calculs faits.

L'on en déduit immédiatement

$$a = \frac{I_1}{C\omega U_2} = \frac{U_2}{yE_1},$$

d'où la valeur de la self-induction primaire additionnelle

$$l_1 = \frac{1}{a^2\omega^2 C} = \frac{y^2 E_1^2}{\omega^2 C U_2^2}$$

en négligeant l'effet des fuites du transformateur.

Le courant qui existerait en régime permanent serait donc

$$I_1 = \frac{C\omega U_2^2}{yE_1},$$

et la résistance apparente $\rho$ de l'ensemble de l'installation

$$\rho = \frac{l_1\omega}{y}.$$

Une fois les calculs préliminaires ainsi effectués rapidement, l'on pourra tracer le dessin de la bobine de self-induction en cherchant à réduire les pertes au minimum ; puis l'on adoptera un transformateur ayant le rapport de transformation déterminé ci-dessus et présentant également des pertes aussi réduites que possible. Il convient de remarquer à ce propos que le transformateur doit, en régime permanent, fournir la puissance apparente $C\omega U_2^2$ ; toutefois, lors de la marche avec étincelles, cette puissance est réduite considérablement. Supposons en effet que le condensateur soit mis en court-circuit par l'étincelle ; le courant primaire serait alors approximativement égal à $\frac{E}{l_1\omega}$, c'est-à-dire $y$ fois plus faible que pour la résonance. Pour la marche avec étincelles, le courant efficace primaire sera compris entre ces deux limites, et atteindra par exemple une valeur égale à la moitié de celle correspondant au régime permanent sans étincelles ; nous reviendrons d'ailleurs sur ce point à propos du régime variable. Dans tous les cas, si l'on remarque en outre qu'un transformateur de puissance apparente $C\omega U_2^2$ serait relativement beaucoup trop volumineux et coûteux, l'on adoptera un transformateur de puissance bien inférieure à cette valeur, qui travaillerait avec une très forte surcharge si le régime permanent sans étincelles était maintenu.

Les valeurs de $y$ ainsi obtenues seront naturellement un peu réduites de cette manière ;

cependant, d'après les essais déjà rappelés, l'on peut facilement compter sur une valeur de 4 environ.

Le problème à résoudre est alors en général le suivant :

Etant donné un transformateur de puissance donnée $p$ choisi sur un catalogue, déterminer ses constantes $u_1$ et $i_1$ de manière à lui faire développer une puissance notablement supérieure P, correspondant aux valeurs $U_1$ et $I_1$, avec le minimum de pertes. D'ordinaire, les transformateurs industriels de puissance comparable à celles employées en radiotélégraphie sont établis pour avoir des pertes dans le cuivre à pleine charge $p$ plus faibles que les pertes dans le fer, afin d'atteindre le rendement maximum pour une charge inférieure $\frac{p}{x}$. Dans notre cas, nous avons tout intérêt à réaliser les pertes minima pour le régime $U_1$, $I_1$.

Ces pertes peuvent s'écrire, pour un transformateur donné,

$$W = rI_1^2 + kU_1^h ; \qquad (18)$$

le premier terme du second membre est relatif aux pertes dans le cuivre, et le second aux pertes dans le fer, $h$ étant un coefficient compris entre 1,6 et 2 (Nous négligeons ici encore l'effet des fuites).

Si l'on veut que pour la puissance $P = U_1I_1$, le transformateur ait justement au régime $U_1$, $I_1$ les pertes minima, il faut évidemment satisfaire à l'égalité suivante, obtenue en égalant à zéro la dérivée de W par rapport à $E_1$, après avoir remplacé $I_1$ par $\frac{P}{E_1}$. D'où :

$$P^2 = \frac{h}{2} \times U_1^{2+h} \times \frac{k}{r}.$$

D'autre part, si le transformateur a été calculé de manière à avoir, sous une tension primaire $u_1$, un rendement maximum pour le courant $\frac{i_1}{x} = \frac{p}{xu_1}$, l'on peut écrire :

$$r\frac{p^2}{x^2u_1^2} = ku_1^h \quad \text{(égalité des pertes dans le cuivre et le fer).}$$

En éliminant le rapport inconnu $\frac{k}{r}$, l'on obtient donc

$$u_1 = U_1 \sqrt[2+h]{\frac{h}{2} \times \frac{p^2}{P^2x^2}}$$

d'une manière analogue

$$i_1 = I_1 \sqrt[2+h]{\frac{2}{h} \times \frac{p^hx^2}{P^h}} \qquad (19)$$

Les formules (19) permettent de résoudre aisément le problème proposé, dès que l'on s'est fixé le rapport $\frac{p}{P}$. En général, on pourra d'ailleurs supposer pour simplifier $h = 2$.

Le transformateur étant ainsi choisi, l'on pourra vérifier si l'ensemble des pertes dans la bobine de self-induction et dans le transformateur sont dans les limites voulues, eu égard à la valeur de $y$ fixée à priori. Pour calculer rapidement la résistance apparente $\rho'$ du transformateur, l'on peut remarquer que les pertes dans le fer, pour un transformateur donné, augmenteront à peu près proportionnellement à $I_1^2$ ; si $\eta$ est le rendement porté sur le catalogue pour la pleine charge $p$, l'on déterminera alors $\rho'$ par la formule simple

$$\rho' = \frac{(1-\eta)p}{i_1^2}. \qquad (20)$$

Ayant calculé aussi exactement que possible la résistance apparente $\rho''$ de la bobine de self-induction, la somme $\rho' + \rho''$ ne devra pas dépasser la limite $\rho$ calculée plus haut.

Nous ne discuterons pas ici le projet des bobines de self-induction, ce qui nous entraînerait trop loin ; nous dirons seulement que contrairement à l'usage reçu, il sera préférable de les faire aussi ramassées que possible, en vue de diminuer les pertes dans le fer, et bien que l'on augmente ainsi les efforts à exercer pour déplacer le noyau.

Dans les petites installations enfin, l'on tiendra compte des pertes ohmiques et inductives dans l'alternateur, et l'on pourra déduire de la valeur $l_1$ calculée ci-dessus la self-induction propre de cet alternateur, calculée d'après le courant de court-circuit pour l'excitation normale ; dans certains cas, l'on pourrait même utiliser un alternateur ayant une self-induction propre suffisante pour n'employer la bobine de self-induction additionnelle qu'à parfaire le réglage. L'on obtiendrait ainsi, sans doute, les résonances les plus aiguës.

A titre de renseignements utiles pour les essais, nous terminerons ce bref exposé par quelques considérations sur les valeurs relatives des tensions. Si les chutes de tension dues aux pertes sont négligeables par rapport aux forces électromotrices dues aux phénomènes d'induction et à la capacité, les tensions aux bornes de la bobine de self-induction et du primaire du transformateur sont toutes les deux approximativement égales à $y$ fois la tension de la source. Lorsque ces pertes sont suffisamment importantes, ce qui arrivera surtout dans les installations de faible puissance, le rapport des tensions susdites sera déterminé par la répartition des pertes entre les deux appareils envisagés. Enfin, le lecteur vérifiera facilement au moyen de relations simples déduites du diagramme 4, que, lorsque l'on fait varier la self-induction additionnelle $l_1$ depuis des valeurs très grandes jusqu'à o, la tension aux bornes de celle-ci passe alors par un maximum *avant* la tension aux bornes du condensateur.

*(A suivre.)* J. BETHENOD.

# CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LA TRACTION ÉLECTRIQUE

Les lignes de chemins de fer électriques ne sont pas encore aujourd'hui très nombreuses et leur service se prête mal, dans la plupart des cas, à l'exécution d'essais un peu précis. Les conclusions que l'on peut tirer des courbes de consommation d'énergie pour des vitesses connues et pour des véhicules en mouvement sur des voies dont on connaît le profil sont cependant assez intéressantes, au point de vue notamment du calcul de l'effort de traction, pour que nous reproduisions ici les courbes relevées sur une section du chemin de fer Fribourg-Anet (1). Cette ligne à voie normale réunit les deux grandes lignes Lausanne-Berne et Neuchatel-Berne, et elle a une longueur d'environ 35 kilomètres. Le trafic ne comporte pas plus de 8 à 10 trains par jour dans chaque sens et se fait, sur simple voie, par des voitures automotrices à deux boggies dont les 4 essieux sont actionnés chacun par un moteur de 100 H. P. (2), 830 volts, tournant à une vitesse de 425 t. p. m., avec réduction par engrenage.

(1) Essais effectués par la commission fédérale pour l'étude de l'électrification des chemins de fer suisses.

(2) Les voitures étaient, à l'origine, munies seulement de deux moteurs de 125 HP. La distance des axes des deux boggies est de 13m,50 et le poids total de 38 tonnes. On y a apporté depuis la mise en service un certain nombre de modifications. Nous

Les automotrices servent exclusivement au transport des voyageurs et des bagages et remorquent les voitures à marchandises dans certains services prévus à l'horaire. L'alimentation des automotrices se fait par troisième rail isolé et muni d'une protection latérale; un frotteur lourd relié électriquement aux moteurs pose par son propre poids sur le rail. On avait craint au début que ce système n'entraînât, en hiver, de fréquents arrêts par suite des neiges, mais en réalité le service s'est fait assez régulièrement.

Nous ne croyons pas utile de décrire longuement ici les installations de ce chemin de fer(¹), ce que nous venons d'en dire suffira pour juger les graphiques tracés au moyen des résultats des essais.

Les figures 1 et 2 se rapportent à la même section Cressier-Courtepin parcourue dans les deux sens par des trains de même poids total environ, composés d'une voiture automotrice de 38 tonnes à 2 essieux moteurs commandés par des moteurs de 150 HP chacun, et de voitures remorquées donnant la charge totale de 77/80 tonnes.

Les figures donnent : 1° le profil en long de la section; 2° la vitesse de marche en kilomètre-heure; 3° la tension en volts de la ligne de contact et celle des moteurs; 4° le courant en ampères absorbé par les moteurs; 5° la puissance en watts absorbée par la voiture; 6° la puissance absorbée par les moteurs. Les différences tiennent aux pertes dans les résistances, notamment au démarrage. Avec ces données, l'étude des trois démarrages au départ des deux sections et après la descente à vide dans la direction Courtepin-Cressier, permet de constater exactement le rôle et le groupement des résistances.

D'autre part, dans la section Cressier-Courtepin, nous voyons que, sur une rampe de 26,9 °/₀₀, la puissance absorbée par le train de 80 tonnes marchant à la vitesse de $22^{km},5$ à l'heure est de 179 kilowatts, la tension des moteurs étant de 665 volts et le courant absorbé de 268 ampères.

En prenant la formule bien connue de la puissance en K. W. requise pour entraîner à la vitesse $v$ mètres par seconde un véhicule de poids $p$ tonnes sur une rampe d'inclinaison $i$ :

$$w = \frac{p(f+i)v}{0,102},$$

où $f$ est le coefficient de frottement, engrenages compris, on pourra déterminer dans le cas présent la valeur de ce coefficient.

On a en effet, en admettant un rendement de 90 °/₀ pour les moteurs :

$$f = \frac{0,102 \times 17,9 \times 0,90 - 0,0269 \times 50}{50} = 0,006.$$

Quant au coefficient d'adhérence, on vérifierait aisément que sa valeur dans cette section atteint approximativement 0,14, en tenant compte de ce que l'automotrice a 4 essieux moteurs.

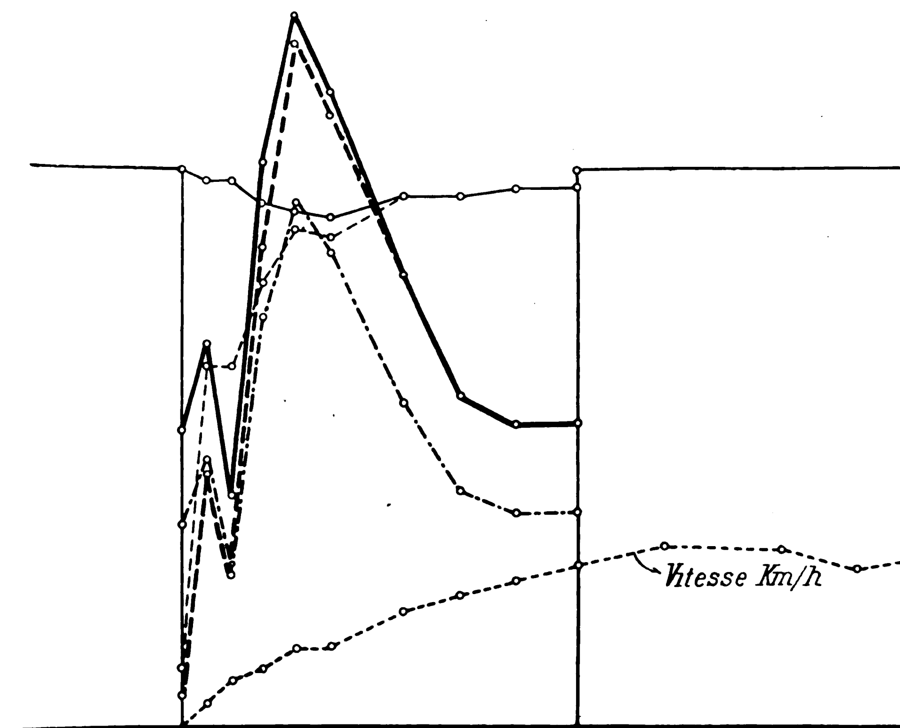
---

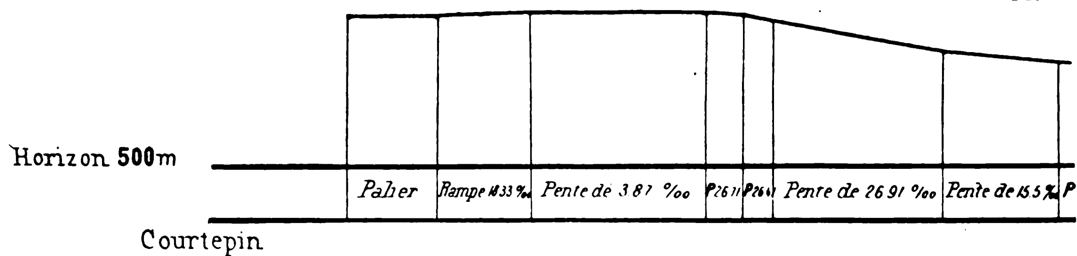
signalerons notamment ici, que le graissage à bague des coussinets des moteurs a été remplacé par un graissage double à mèche. La boîte du palier est divisée en trois compartiments et le graissage se fait d'une part au moyen d'une petite mèche amenant le lubréfiant à la partie supérieure du coussinet, par une petite cheminée verticale, d'autre part, au moyen d'une longue mèche épaisse remplissant un des compartiments et graissant l'arbre par un contact direct latéral.

(¹) Pour la description détaillée de ces installations, voir H. Somach, Le chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet. *Génie civil*, 1903, et de même S. Herzog, *Éclairage Électrique*, tome XXXVIII, 1904, p. 367 et 368.

Fig. 1. — CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE FRIBOURG-ANET

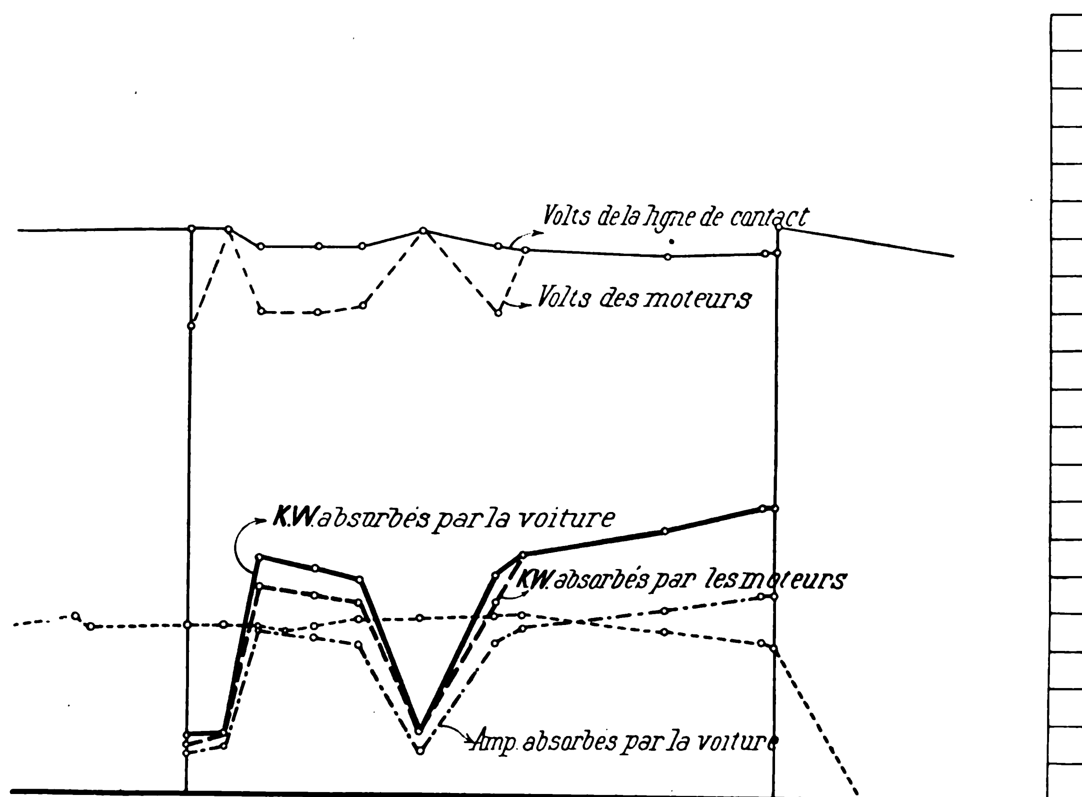
| Vit^e | Amp | Volts | K.W. |
|---|---|---|---|
| Km/h | | | 190 |
| | | | 180 |
| | | | 170 |
| | | 800 | 160 |
| | 300 | 750 | 150 |
| | 280 | 700 | 140 |
| | 260 | 650 | 130 |
| | 240 | 600 | 120 |
| | 220 | 550 | 110 |
| | 200 | 500 | 100 |
| | 180 | 450 | 90 |
| | 160 | 400 | 80 |
| | 140 | 350 | 70 |
| | 120 | 300 | 60 |
| 50 | 100 | 250 | 50 |
| 40 | 80 | 200 | 40 |
| 30 | 60 | 150 | 30 |
| 20 | 40 | 100 | 20 |
| 10 | 20 | 50 | 10 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |



COURBES RELATIVES AU PARCOURS COURTÉPIN-CRESSIER

*Train de 77,5 tonnes.*




EN LONG

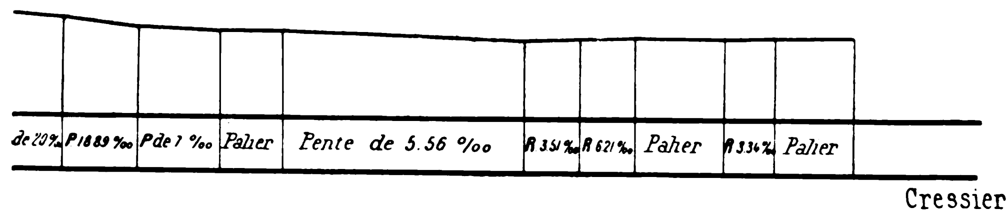
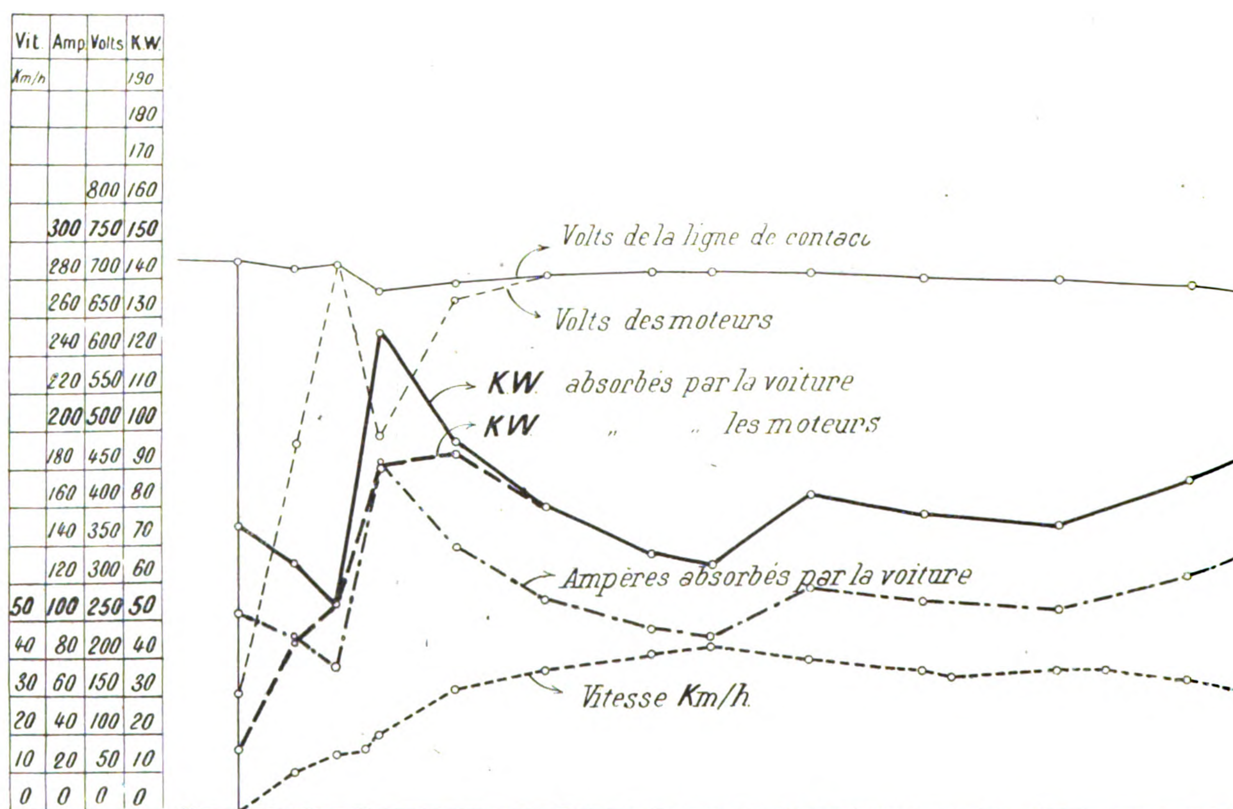
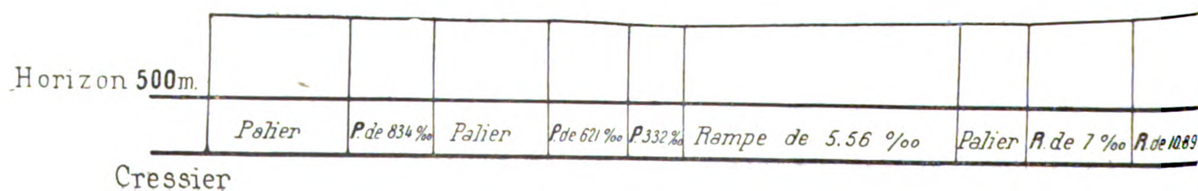


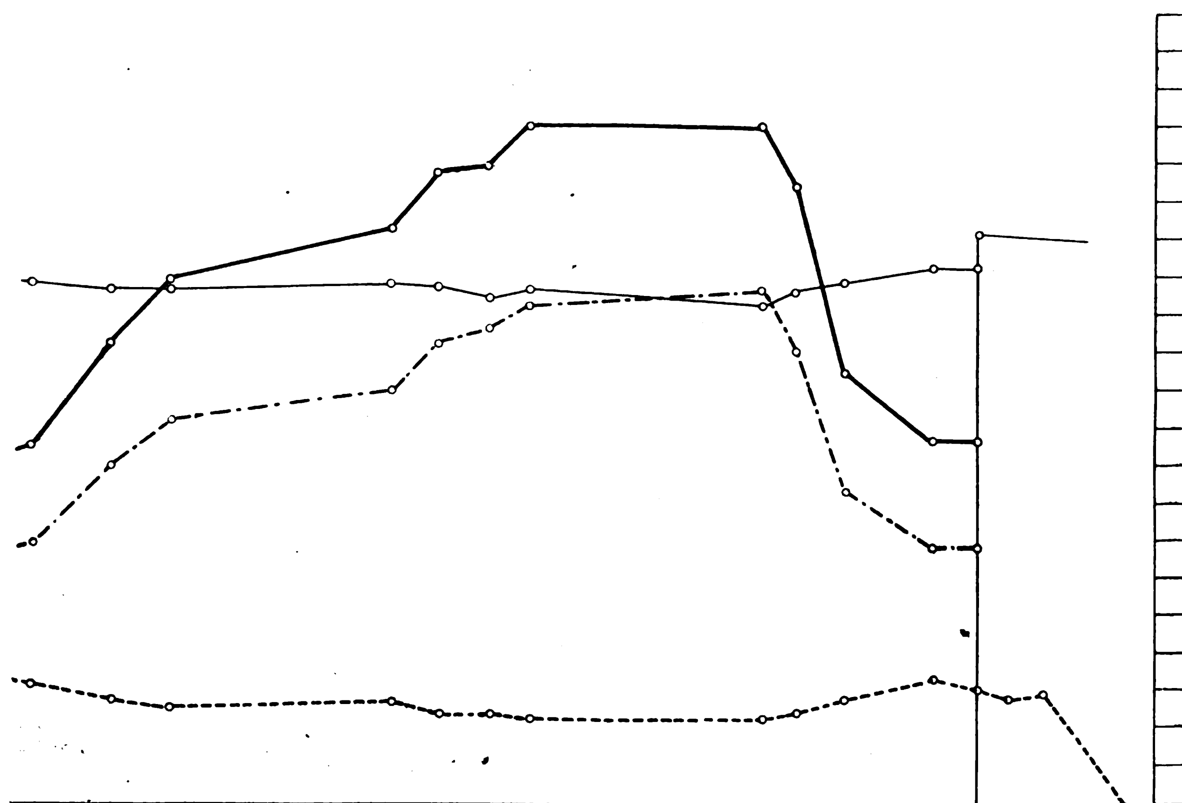
Fig. 2. — CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE FRIBOURG-ANET



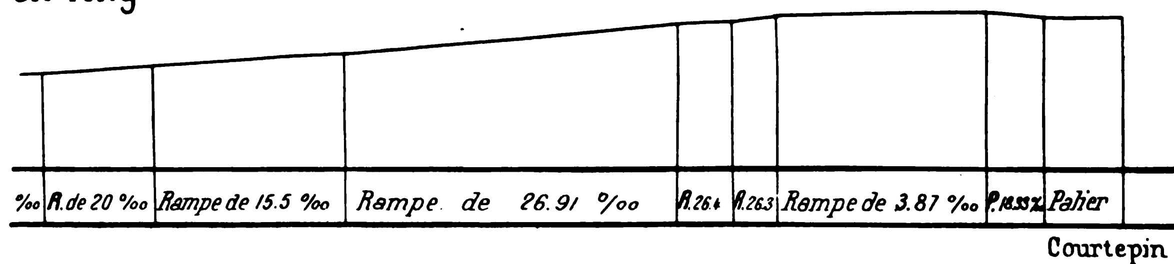



COURBES RELATIVES AU PARCOURS CRESSIER-COURTEPIN

*Train de 80 tonnes.*



en long




J. REYVAL.

# ENSEIGNEMENT TECHNIQUE (1)

La formation et l'avenir des ingénieurs-électriciens.

Tout récemment la *Revue de Métallurgie* (2) publiait, après une étude de M. Pelletan sur l'enseignement technique, une instructive consultation de quelques personnalités de notre enseignement technique supérieur. Sur la spécialisation des études, l'organisation des laboratoires, sur le libre choix des cours et quelques autres questions du même ordre, les diverses notes renferment des idées fort intéressantes et des justifications tirées de l'expérience et des faits.

En écartant tout ce qui se rapporte spécialement à la carrière des Mines, nous indiquerons brièvement ici ce qui a été dit pour ou contre la spécialisation et nous essayerons de dégager avec précision ce qu'on entend par spécialisation, où elle commence et où elle finit.

Le système de la spécialisation est à éviter, nous dit M. Vogt (3), parce que l'ingénieur n'est spécialisé qu'au début de sa carrière; son avenir exige des connaissances encyclopédiques, parce qu'à tout prendre la spécialisation rétrécit le cadre de l'ingénieur et lui ferme certaines situations, parce qu'enfin le jeune homme à 18 ou 20 ans est inapte à choisir à coup sûr, sauf quelques exceptions, la voie qui lui assurera la meilleure et la plus féconde utilisation de ses facultés.

« Je suis peu partisan, écrit M. Arth (4), des enseignements encyclopédiques qui ne peuvent être que superficiels en tout. Ils n'apprennent pas grand'chose de sérieux et surtout ne forment pas l'esprit de l'étudiant ». M. Arth souhaite plutôt à celui-ci la connaissance *approfondie* d'une spécialité, autour de laquelle on pourra grouper des connaissances accessoires moins poussées, qui permettront de comprendre ce qui se passe au dehors sans justifier la prétention d'y intervenir à fond. Et il affirme encore avec raison : « tout le monde d'ailleurs dans la vie finit par se spécialiser ».

Un groupe d'élèves de l'École des Mines de Paris réclame enfin la liberté pour l'étudiant de choisir ses cours et considèrent la spécialisation comme conséquence de cette liberté.

La plupart des élèves sont, disent-ils, à peu près fixés sur leur avenir par leurs relations ou par leurs aptitudes. Les autres, ou bien réussiront en toute spécialité qu'ils choisiront, ou bien après quelques tâtonnements finiront par trouver leurs voies.

La question de la spécialisation a été longuement discutée au Congrès d'Expansion économique mondiale de Mons en 1905 et nous croyons utile d'indiquer ici un argument qu'on a fait valoir contre cette méthode, du moins en ce qui concerne son application aux Écoles Belges (5).

(1) Nos lecteurs ne s'étonneront pas de trouver dans l'*Eclairage Electrique*, qui veut et doit être avant tout une Revue destinée aux ingénieurs, un article sur cette question si importante et si discutée : la formation des ingénieurs. Nous comptons bien que cet article en appellera d'autres. S'adresser aux ingénieurs, ce n'est pas en effet fournir à un certain nombre d'entre eux, d'ailleurs souvent limité, des documents techniques, c'est aussi leur parler de toutes les questions qui touchent de près à leur carrière et à leurs besoins et leur demander même ce que l'expérience leur a appris.

(2) *Revue de Métallurgie*, mai 1907.

(3) *Revue de Métallurgie*, mai 1907, p. 471.

(4) *Loc. cit.*, p. 477.

(5) Cf. *Comptes rendus du Congrès d'Expansion économique mondiale de Mons*, 1905. Bruxelles, O. Schepens, éditeur. — Voir aussi surles discussions du dit Congrès le livre très documenté que vient de publier M. C. van Overbergh, directeur général au ministère des Sciences à Bruxelles : *La réforme de l'Enseignement*. O. Schepens, éditeur à Bruxelles.

Justifiée dans un pays où l'industrie très développée est composée d'unités puissantes, dont la complexité implique une extrême division du travail et par suite un personnel très spécialisé, la spécialisation des études ne l'est pas dans un pays où l'industrie a un tout autre caractère. Cette formule résultait d'ailleurs très logiquement d'une considération sur laquelle tout le monde à peu près était d'accord, à savoir que dans les pays neufs, où l'industrie entière est à créer, il faut surtout des ingénieurs ayant une culture technique générale et variée. Et il semble, par conséquent, que la spécialisation soit avant tout une question de circonstances, de temps, de lieu et de personnes et on ne peut la résoudre qu'en étudiant les faits.

Or il est piquant de constater que partisans et adversaires de la spécialisation prétendent bien s'inspirer des faits, puisque d'une part on déclare que *tout le monde finit par se spécialiser,* tandis que d'autre part on fait valoir à bon droit que les chefs d'entreprise ne sont et ne doivent pas être des *spécialisés*. Ces deux arguments ne sont d'ailleurs contradictoires qu'en apparence, il serait facile de le faire voir. On remarquera cependant que demander la spécialisation des études parce que tout le monde *finit* par se spécialiser, ce n'est pas fournir une raison très probante. Car il faudrait encore prouver que l'origine de la spécialisation doit bien être reportée jusqu'aux études techniques et jusqu'à l'École.

Et déclarer que les directeurs d'affaires ont besoin d'une culture générale ce n'est pas non plus fournir un argument contre la spécialisation. Peut-on réellement établir une formule d'enseignement technique en considérant les nécessités spéciales des directeurs d'entreprises ? Est-on donc certain que le plus grand nombre des ingénieurs possèdent ou les qualités, ou les possibilités sociales qui soient pour eux une garantie vraiment positive d'être un jour directeurs d'affaires ?

Si l'on se borne aux nécessités plus immédiates des jeunes ingénieurs à leur sortie de l'École, on se trouve également en présence de deux arguments opposés.

Toute la production industrielle étant dominée par la loi de la division du travail, il faut former des spécialistes, disent les partisans de la spécialisation. Et les adversaires de leur répondre : Sans doute il faut former des spécialistes mais c'est la pratique industrielle qui doit les former et non l'École. Le rôle de l'École doit être de mettre le jeune homme à même de choisir une spécialité et au besoin d'en changer [1].

Et, dans cette discussion, chacun prétend d'autant mieux avoir raison qu'il pourra fournir très aisément — la vie étant infiniment variée — des exemples précis à l'appui de son opinion.

Mais les exemples en matière de faits sociaux ne me paraissent intéressants et concluants que si les cas semblables sont suffisamment nombreux pour constituer une majorité dont ne s'écartent réellement que les exceptions, et il me paraît difficile qu'on y arrive.

Essayons donc d'examiner simplement les débuts des ingénieurs électriciens dans la carrière qui s'ouvre devant eux, en écartant de suite ceux que leurs relations placeront dans des situations tout à fait spéciales.

Les bureaux d'études d'installations électriques, éclairage ou traction, de construction, de calcul, les essais, l'atelier ou encore les services d'exploitation d'une centrale, voilà à peu près ce qui s'offre à eux. Et si dans chacune de ces sections les tâches peuvent être plus ou moins complexes et plus ou moins variées, du moins ces sections constituent-elles déjà par elles-mêmes une importante spécialisation. Les travaux qui s'exécutent dans chacune d'elles exigent une somme plus ou moins grande de connaissances téoriques et de données

[1] On s'est inspiré de cette idée en supprimant des diplômes de sortie de l'École Centrale la mention d'une spécialité.

***

pratiques et de même dans certaines sections plus que dans d'autres le concours des sciences appliquées, mécanique, hydraulique, etc. est nécessaire.

Il en résulte que si l'on admettait que l'élève pût déjà, dès l'École, choisir une spécialité parmi celles que nous venons de citer, groupées ou non, il aurait à compléter avant tout l'étude approfondie de cette spécialité par celle plus ou moins superficielle des spécialités les plus directement intéressées à son travail, qu'elles rentrent ou non dans le domaine de l'électrotechnique. Je ne crois pas cependant que cette science soit dès à présent trop étendue, pour former plus d'une seule spécialité.

Peut-être m'opposera-t-on ici que l'étude d'une spécialité trop restreinte rétrécirait d'abord l'esprit, parce que la culture générale peut seule lui assurer toute son ampleur et qu'en outre l'avenir du jeune homme serait vraiment trop limité. Il me semble cependant que le développement de l'esprit dépend beaucoup plus de la réflexion, de l'observation et de la discipline qu'il s'impose, que de l'objet même auquel il s'applique.

La plupart des savants sont spécialisés. « Les savants de la Renaissance, écrit M. E. Picard [1], qui pouvaient posséder toute la science de leur temps, font envie aux savants d'aujourd'hui qui, obligés de se cantonner dans quelques coins spéciaux s'ils veulent faire œuvre vraiment sérieuse, sont réduits à jeter seulement des regards superficiels sur l'ensemble des connaissances scientifiques. »

Quant à l'objection tirée de la nécessité pour les jeunes gens de changer de carrière, elle ne me paraît pas mieux fondée. Lors même que l'on pourrait, dans l'état actuel des choses, enregistre de nombreux cas où l'élèver a fait sa carrière dans une voie très différente de celle que semblait indiquer son diplôme, on n'aurait peut-être démontré que la nécessité d'accentuer la préparation spéciale pour que les élèves réussissent plus sûrement dans la spécialité qu'ils ont choisie.

Les changements sont, à mon sens, beaucoup plus imputables à la formation même qu'aux faits industriels qui ne les imposent pas nécessairement, mais les rendent simplement possibles et s'en arrangent. Au surplus la mention d'une spécialité sur un diplôme n'est souvent pas une indication absolue de la voie qui s'ouvre devant l'ingénieur et des études spéciales qui l'y ont préparé. Trop souvent — et tous le déplorent — on impose à l'étudiant un travail d'autant moins intéressant et d'autant moins utile qu'il est plus superficiel, et en toute hypothèse, ce travail supplémentaire compromet ou ralentit l'étude approfondie de la spécialité. Je me rappelle vaguement avoir dû apprendre de mémoire les dimensions d'un nombre incalculable de fours plus ou moins variés, appliqués ou non dans je ne sais quelle métallurgie. Il est vrai que j'aurais pu devenir métallurgiste, et cela aurait fourni un exemple de plus à ceux qui réclament pour les ingénieurs la possibilité d'être indifféremment ingénieur des tabacs ou ingénieur des constructions navales!

En résumé, l'étude approfondie d'une spécialité technique [2] ne nuirait pas à la formation de l'esprit, permettrait de réduire la durée des études et rendrait le jeune homme beaucoup plus apte à exercer utilement à sa sortie de l'École une fonction industrielle nécessairement spécialisée.

Si donc on ne considère que l'origine des carrières d'ingénieur on se mettra sans doute aisément d'accord. Il ne faut cependant pas s'arrêter là et il est nécessaire de suivre l'ingénieur dans sa carrière pour rechercher si l'École lui a donné ce qu'il pouvait attendre d'elle. Et si nous envisageons immédiatement les qualités de celui qui organise ou dirige une

---

(1) Émile Picard. *La Science moderne et son état actuel.* Flammarion, éditeur. Paris.

(2) Nous indiquerons dans un prochain article quelques plans d'études.

ntreprise, nous constatons qu'en plus des qualités personnelles qui difficilement s'acquièrent, même par les études les plus générales, il y a cependant une certaine puissance d'observation et de jugement objectif que l'étude peut développer dans une très grande mesure.

Mais le nombre de jeunes gens capables d'être formés pour ces situations importantes est d'ailleurs aussi restreint que le nombre même des situations. Combien parmi les jeunes ingénieurs deviendront et sont réellement aptes à devenir un jour directeurs d'affaires importantes? Et n'y a-t-il pas quelque danger social à donner aux jeunes gens une formation qui fera naître en eux des exigences que la vie ne pourra satisfaire ?

Mais, quand bien même on s'en tiendrait à un enseignement technique spécialisé, auquel on pourrait ajouter un complément (1), je crois que, de ces écoles, sortiraient cependant des esprits formés pour les généralisations et capables de faire face aux grandes responsabilités.

Nous essayerons, dans un prochain article, de fixer exactement la portée et les limites de la spécialisation en étudiant les programmes des écoles techniques, mais nous serions heureux d'avoir ici l'avis de nos lecteurs, professeurs ou ingénieurs, tous intéressés à notre enseignement technique ou susceptibles d'apporter dans cette question les documents que leur expérience personnelle leur a fournis.

J. Dalemont.

(1) Nous aurons l'occasion d'indiquer quel serait ce complément.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES ET GÉNÉRALITÉS

***Théorie élémentaire des oscillateurs électriques*** (*fin*) (1). — **J. A. Fleming.** — *The Electrician*, 27 septembre, 4 et 11 octobre 1907.

Nous pouvons maintenant considérer la question importante de l'énergie irradiée par un oscillateur de Hertz. Celui-ci a résolu le problème au moyen du théorème de Poynting que l'on peut énoncer de la manière suivante : « Si, en un point du champ, il existe une force électrique E et une force magnétique H, décalées de l'angle $\varphi$ l'une par rapport à l'autre, le flux d'énergie perpendiculaire au plan de ces deux forces, passant à travers la surface $d$S pendant le temps $dt$ a pour expression

$$dW = \frac{1}{4\pi} EH \sin \varphi \, dSdt. \text{ »}$$

Pour appliquer ce théorème, nous supposerons avoir affaire à une sphère de rayon très grand par rapport aux dimensions de l'oscillateur. Considérons le plan des $yz$ ; les composantes de la force électrique suivant les axes sont R et Q, et la composante perpendiculaire au rayon est

$$R \sin \theta - Q \cos \theta.$$

Quant à la composante de la force magnétique perpendiculaire au rayon, elle est égale à $a$.

Si donc l'on considère la zone sphérique, correspondant à l'angle $d\theta$, de surface égale à

$$2\pi r^2 \sin \theta d\theta,$$

l'on peut écrire, d'après le théorème de Poynting :

$$dW = \frac{u}{4\pi} (R \sin \theta - Q \cos \theta)\, a \times 2\pi r^2 \sin \theta d\theta,$$

le facteur $u$ provenant de ce que la force électrique est mesurée en unités électrostatiques, et la force magnétique en unités électromagnétiques.

Des équations (7) tirons les valeurs de $a$, R, Q et substituons-les dans la dernière équation ; il vient, toutes réductions faites :

$$dW = \frac{\Phi^2}{2} m^3 n \sin^2 \chi \sin^3 \theta d\theta dt,$$

(1) Voir l'*Eclairage Electrique* du 9 nov. 1907, p. 192.

expression qu'il suffit d'intégrer depuis $\theta = 0$ jusqu'à $\theta = \pi$, puis de $t = 0$ jusqu'à $t = T$ pour obtenir l'énergie totale irradiée pendant une période.

L'on trouve facilement, par des procédés classiques, les valeurs des intégrales

$$\int_0^\theta \sin^3 \theta d\theta = \frac{1}{3} \cos^3 \theta - \cos \theta,$$

d'où

$$\int_0^\pi \sin^3 \theta d\theta = \frac{4}{3},$$

et

$$\int_0^t \sin^2 (mr - nt)\, dt = \frac{t}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{\sin 2(mr - nt)}{2n}.$$

En se rappelant que $m\lambda = nT$, et que, pour des valeurs de $r$ considérables par rapport à $\lambda$, $mr - m\lambda$ se réduit sensiblement à $mr$, l'on peut écrire

$$\int_0^T \sin^2 (mr - nt)\, dt = \frac{T}{2}.$$

L'énergie W a donc pour expression, pour une période T :

$$W = \frac{\Phi^2}{2} m^3 n \frac{T}{2} \cdot \frac{4}{3} = \frac{16\pi^4 \Phi^2}{3\lambda^3} = 510 \frac{\Phi^2}{\lambda^3}. \quad (11)$$

Pour les applications pratiques, la dernière égalité peut se mettre sous une forme plus commode. Si C est la capacité en microfarads de chaque sphère, V la différence de potentiel maxima, la charge maxima de l'oscillateur est égale à :

$$\frac{C \times 9 \times 10^5 \times V}{300}$$

en unités électrostatiques.

Appelons $l$ la longueur, mesurée en centimètres, du conducteur réunissant les deux sphères, le moment électrique $\Phi$ en unités électrostatiques sera

$$\Phi = 3\,000\, CVl;$$

d'où, pour W, l'expression

$$W = \frac{17}{10^{23}} C^2V^2l^2N^3 \text{ ergs par période},$$

n désignant par N la fréquence, et en mesurant V en volts.

Pour un oscillateur donné, l'énergie initiale est égale à

$$\frac{CV^2}{2 \times 10^6} \times 10^7 = 5CV^2 \text{ ergs}$$

et en comparant à l'expression de W, nous pouvons savoir le nombre d'oscillations par train d'ondes.

Supposons, à titre d'applications, un oscillateur Hertz comportant 2 conducteurs de 2 mètres de long, l'une de leurs extrémités étant reliée à un disque de 1 mètre de diamètre, et l'autre au pôle de l'un des éclateurs ; ces disques peuvent jouer un rôle équivalent à celui des sphères envisagées jusqu'ici, la forme spéciale de celles-ci n'étant jamais entrée dans les calculs. La capacité individuelle d'un disque est égale $\frac{d}{\pi}$ unités électrostatiques, $d$ étant le diamètre de ce disque.

En tenant compte du fait que les deux condensateurs ainsi formés sont en série, l'on a ainsi une capacité de $\frac{100}{2\pi} = \frac{1}{60\,000}$ mic. far.

Supposons que les conducteurs aient un diamètre de $0^{cm},5$. L'inductance L d'un conducteur rectiligne de longueur $l$ et de diamètre $d_1$ est

$$L = 2l\left(\log_e \frac{4l}{d_1} - 1\right)$$
$$= 5\,640 \text{ cm}.$$

D'après la formule de Thomson, l'on obtient ainsi pour N la valeur approchée de $15 \times 10^5$, d'où $\lambda = 2000$ cm.

Supposons en outre que la distance explosive soit de 1 cm ($V = 30\,000$ volts), l'on en déduit :

$$W = \frac{17}{10^{23}} \times \frac{9 \times 10^8 \times 16 \times 10^4 \times (15)^3 \times 10^{18}}{36 \times 10^8}$$
$$= 22\,950 \text{ ergs}.$$

L'énergie initiale est égale à

$$\frac{9 \times 10^8 \times 10^7}{2 \times 6 \times 10^{10}} = 75\,000 \text{ ergs}.$$

Elle est donc dissipée entièrement au bout de trois périodes complètes.

Pour maintenir ce régime au moyen d'oscillations entretenues, il faudrait ainsi une puissance d'environ 34,5 K. W., et cet exemple montre

la puissance irradiante considérable d'un oscillateur de Hertz.

Soit $a$ le courant maximum en ampères au centre de l'oscillateur ; l'on a

$$a = 2\pi NCV \times \frac{10}{u}$$

et, en introduisant cette valeur dans l'expression de W, l'on obtient :

$$W = \frac{4\pi^2}{300} \times \frac{l^2}{\lambda^2} \times \frac{u}{N} \times a^2.$$

Si les oscillations sont entretenues, la puissance P correspondante est approximativement

$$P = 400 \frac{l^2 a^2}{\lambda^2} \text{ watts},$$

en remplaçant $\pi^2$ par 10.

Le rapport $\frac{l}{\lambda}$ est d'ailleurs sensiblement constant pour un type d'oscillateur, et l'on arrive ainsi à une formule remarquable par sa simplicité [1].

L'on peut évaluer d'après cette formule la puissance irradiée par une antenne, en se basant sur les indications d'un ampéremètre thermique intercalé au bas de cette antenne.

Dans le cas d'oscillations amorties, ayant un décrement $\delta$ par demi-période, et une valeur initiale maxima égale à $I_1$, le courant instantané est donné par la formule

$$i = I_1 e^{-\alpha\left(t - \frac{T}{4}\right)} \sin pt$$

en posant

$$\alpha = \frac{2\delta}{T},$$

$$p = 2\pi T.$$

La racine carrée de la moyenne des carrés des courants, J, est donnée par l'égalité

$$J^2 = N \int_0^\infty i^2 dt,$$

N étant le nombre de trains d'ondes par seconde.

En intégrant, l'on trouve :

$$J^2 = N I_1^2 e^\delta \frac{p^2}{4\alpha(\alpha^2 + p^2)}$$

ou dans le cas où $\frac{\delta}{\pi}$ est faible,

$$J^2 = \frac{N}{4\alpha} I_1^2 = \frac{N}{8n\delta} I_1^2.$$

$n$ désignant la fréquence $\frac{1}{T}$.

Cette dernière formule permet de calculer, pour un radiateur donné, l'amplitude des oscillations entretenues irradiant la même énergie par seconde que des ondes amorties de même fréquence.

Soit par exemple $n = 10^6$, $N = 50$, $\delta = 0{,}1$ ; l'on trouve pour $\sqrt{\frac{8n\delta}{N}}$ la valeur $\frac{1}{128}$, soit moins de 1 %.

Des oscillations entretenues produisent donc le même effet, avec un récepteur approprié, que des oscillations amorties d'amplitude beaucoup plus élevée.

Considérons maintenant le cas d'un circuit oscillant fermé. Supposons deux oscillateurs de Hertz placés parallèlement à $Oz$ à des distances $\frac{1}{2}\delta y$ et $\frac{1}{2}\delta y$ de l'origine ; d'après ce que l'on a dit pour un oscillateur unique, ce double oscillateur créera au point $(r, \theta)$ un potentiel scalaire $\psi$ et un potentiel vecteur H, donnés par les égalités :

$$\psi = -\frac{d}{dy}\left(\Phi \frac{d\Pi}{dz}\right)\delta y$$

$$H = +\frac{d}{dy}\left(\frac{1}{u} \times \Phi \frac{d\Pi}{dt}\right)\delta y.$$

Lorsqu'on place 4 oscillateurs de moment égal en carré symétrique par rapport à l'origine et parallèle au plan $yz$ (fig. 4), l'on voit facilement qu'un tel circuit, n'ayant pas d'extrémités libres, ne possède pas de potentiel scalaire, et que d'autre part le potentiel vecteur a deux composantes G et H parallèles à $Oy$ et $Oz$ ayant pour valeurs :

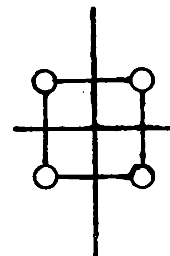


Fig. 4.

[1] Cette formule a été donnée déjà dans un article de M. Fleming intitulé : Emploi de l'art chantant Poulsen pour la production d'oscillations électriques entretenues. *Eclairage Electrique*, tome LIII, 26 octobre 1907, page 139 (N. D. T).

$$\left.\begin{aligned} G &= \frac{1}{u} \times \Phi \frac{d^2\Pi}{dzdt} \delta z \\ H &= \frac{1}{u} \times \Phi \frac{d^2\Pi}{dydt} \delta y. \end{aligned}\right\} \quad (12)$$

Si Q est la charge maxima aux extrémités de chaque oscillateur, l'on a

$$\Phi = Q\delta y = Q\delta z.$$

Nous appellerons le produit $I\delta y\delta z = nQ\delta y\delta z = n\Phi\delta y = n\Phi\delta z$ moment magnétique de l'oscillateur fermé, I étant le courant maximum.

En unités électro-magnétiques, l'on a

$$M = \frac{1}{u} I\delta y\delta z$$

d'où

$$G = \frac{M}{n} \frac{d^2\Pi}{dzdt}$$

$$H = \frac{M}{n} \frac{d^2\Pi}{dydt}.$$

Les équations de Maxwell deviennent ainsi

$$\left.\begin{aligned} P &= 0 \\ Q &= \frac{1}{u} \times \frac{M}{n} \times \frac{d^3\Pi}{dzdt^2} \\ R &= -\frac{1}{u} \times \frac{M}{n} \times \frac{d^3\Pi}{dydt^2} \end{aligned}\right\} \quad (13)$$

$$\left.\begin{aligned} a &= -\frac{M}{n}\left(\frac{d^3\Pi}{dy^2dt} + \frac{d^3\Pi}{dz^2dt}\right) \\ b &= \frac{M}{n} \frac{d^3\Pi}{dxdydt} \\ c &= \frac{M}{n} \frac{d^3\Pi}{dxdzdt}. \end{aligned}\right\} \quad (14)$$

En se rappelant que $\Pi = \frac{\sin(mr - nt)}{r}$, l'on obtient finalement (en unités électrostatiques) :

$$P = 0$$

$$Q = -\frac{Mn}{ur^2}\left\{mr\cos\chi - \sin\chi\right\}\frac{z}{r}$$

$$R = \frac{Mn}{ur^2}\left\{mr\cos\chi - \sin\chi\right\}\frac{y}{r}$$

$$a = -\frac{M}{r^3}\left\{(m^2r^2\cos\chi - 3mr\sin\chi - 3\cos\chi)\frac{y^2+z^2}{r^2} + 2(mr\sin\chi + \cos\chi)\right\}$$

$$b = \frac{M}{r^3}\left\{m^2r^2\cos\chi - 3mr\sin\chi - 3\cos\chi\right\}\frac{xy}{r^2}$$

$$c = \frac{M}{r^3}\left\{m^2r^2\cos\chi - 3mr\sin\chi - 3\cos\chi\right\}\frac{x^2}{r^2}.$$

Lorsque $mr$ est grand par rapport à l'unité, les expressions précédentes deviennent :

$$Q = \frac{Mnm}{ur}\cos\chi \cdot \frac{z}{r} \qquad a = -\frac{Mm^2}{r}\cos\chi \cdot \frac{y^2+z^2}{r^2}$$

$$R = \frac{Mnm}{ur}\cos\chi \cdot \frac{y}{r} \qquad b = \frac{Mm^2}{r}\cos\chi \cdot \frac{xy}{r^2}$$

$$c = \frac{Mm^2}{r}\cos\chi \cdot \frac{x^2}{r^2}.$$

Ces équations montrent que les lignes de force électrique sont des cercles ayant comme centre l'axe de l'oscillateur et parallèles au plan de cet oscillateur, tandis que les lignes de force magnétiques ont la même forme qu'avec l'oscillateur de Hertz. Appliquons le théorème de Poynting, et pour cela considérons le plan des $xy$ pour lequel la force électrique se réduit à R; la force magnétique perpendiculaire au rayon $r$ et située dans le plan $xy$ est égale à

$$H = a\sin\theta - b\cos\theta$$

$$= -\frac{Mm^2}{r}\cos\chi\sin\theta$$

en désignant par $\theta$ un angle tel que

$$\sin\theta = \frac{y}{r}, \qquad \cos\theta = \frac{x}{r}.$$

D'après le théorème rappelé, l'on a

$$dW = \frac{U}{4\pi} RHdSdt,$$

d'où, en remarquant que le champ est identique pour tous les points situés sur une circonférence de rayon $y$ décrite autour de l'axe de l'oscillateur $Ox$, et en prenant par suite pour $dS$ la surface de la zone sphérique élémentaire de rayon

$r$ correspondant à l'angle $d\theta$

$$dS = 2\pi r^2 \sin\theta d\theta,$$

l'on peut écrire

$$dW = \frac{M^2 n m^3}{2} \cos^2\chi \sin^3\theta d\theta dt.$$

D'où, en intégrant comme précédemment de $\theta = 0$ à $\theta = \pi$, et de $t = 0$ à $t = T$ :

$$W = \frac{16\pi^4 M^2}{3\lambda^3} = \frac{16\pi^4 S^2 a^2}{300\lambda^3} = \frac{5S^2 a^2}{\lambda^3} \text{ ergs par période,}$$

S étant la surface en centimètres, et $a$ le courant maximum en ampères.

L'on voit ainsi que la puissance irradiée croît très rapidement avec la fréquence, et ces formules montrent que l'oscillateur fermé a un pouvoir émissif excessivement faible par rapport à l'oscillateur ouvert.

Par exemple, un circuit composé de 5 spires enroulées sur un cadre carré de 250 centimètres de côté, était parcouru par un courant de 4,2 ampères, à une fréquence de 150 000; l'on obtient ainsi $W = \frac{1}{500}$ erg par période, c'est-à-dire une puissance de $\frac{3}{10^5}$ watt.

Il est toutefois intéressant de savoir qu'un circuit oscillant fermé peut irradier des ondes électromagnétiques, fait signalé avant les célèbres travaux de Hertz par le Pr G. E. Fitz Gerald (Voir The scientific Writings of the late Prof. G. F. Fitz Gerald, par le Pr J. Larmor, Sec. R. S., p. 128).

L'auteur passe ensuite à la théorie des antennes coudées; cette théorie a été déjà exposée ici même sous une forme équivalente[1], d'après une étude du même auteur, et nous n'y reviendrons pas. Il démontre enfin, ce qui d'ailleurs était à prévoir, que l'on obtient des effets équivalents à ceux des antennes coudées au moyen d'antennes rectilignes inclinées par rapport à la surface de la terre.

Un point important à noter est que les antennes courbées ou inclinées sont également des récepteurs d'ondes dissymétriques; si l'on emploie une antenne recourbée ayant une longue portion horizontale elle recueillera mieux les ondes provenant d'une direction opposée à l'extrémité libre.

J. B.

(1) Voir l'*Eclairage Electrique*, tome LIII, 16 août 1906, page 271. J. A. Fleming. Note sur la théorie des oscillateurs dissymétriques.

---

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Sur les fils émaillés.*** — Dr **R. Apt.** — Communication faite à l'*assemblée des électriciens allemands*, le 28 septembre 1907.

Jusqu'à présent l'isolement des fils était obtenu exclusivement par des revêtements en soie, coton, etc.; imprégnés de substances isolantes. On en connaît suffisamment les qualités et les défauts.

Appelons *facteur d'enroulement* le rapport exprimé en % de la surface occupée par un conducteur rond avec son isolant, à la surface du carré circonscrit au cercle de sa section. Ce facteur est

$$R = 25\pi \left(\frac{d}{D}\right)^2$$

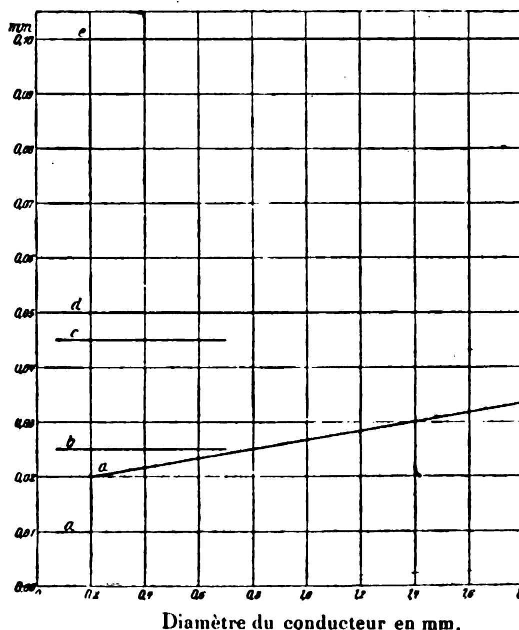



Fig. 1. — Épaisseur des divers isolants. — *a*, émail; *b*, soie, 1 couche; *c*, soie, 2 couches; *d*, coton, 1 couche; *e*, coton, 2 couches.

où $d$ est le diamètre du fil nu, D le côté du

carré. Plus le facteur sera grand, plus sera complète l'utilisation du carré circonscrit et un espace donné sera d'autant mieux utilisé par du cuivre que l'on mettra plus de cuivre dans ce carré correspondant à la section du fil isolé.

Il y a cinq ans déjà qu'en Amérique on eut l'idée de remplacer l'isolement en fil par une couche de substance isolante (cellulose-tétra-acetate) au moins pour les fils dont le diamètre ne dépassait pas $0^{mm},2$, et pour les fils de dimensions supérieures, on utilisait un émail. L'Allg. Elekt. Gesellschaft de Berlin s'est appliquée à l'étude de ce problème, et elle enduit aujourd'hui tous les fils de $0^{mm},05$ à $1^{mm},8$ d'un émail isolant. La figure 1 donne les épaisseurs des divers isolants, appliqués généralement aux fils.

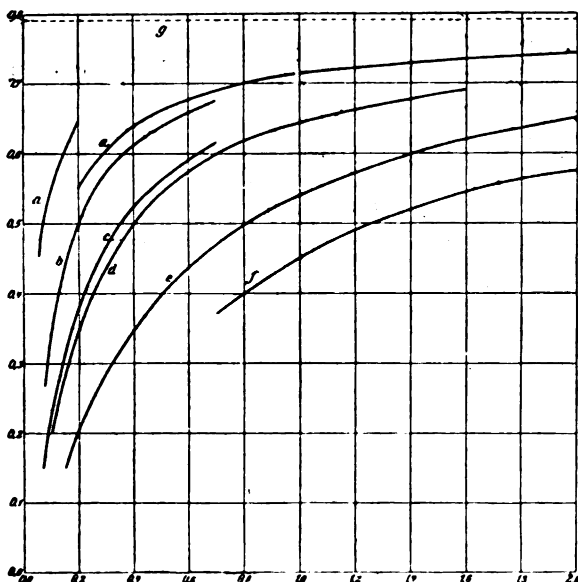



Fig. 2. — Facteur d'enroulement pour les divers isolants. — *a*, émail ; *b*, soie, 1 couche ; *c*, soie, 2 couches ; *d*, coton, 1 couche ; *e*, coton, 2 couches (isolement normal pour dynamos) ; *f*, coton fort, 2 couches ; *g*, fil nu.

On trouve au contraire dans la figure 2, les courbes du facteur d'enroulement, calculé d'après la formule indiquée ci-dessus, pour des fils de divers diamètres avec divers isolants : soie, coton, etc. La ligne *g* parallèle aux abscisses avec l'ordonnée constante 0,79 se rapporte à l'encombrement d'un fil nu et représente par conséquent la limite maxima de tout fil isolé. La courbe *a* se rapporte au fil garni d'émail isolant le ressaut marqué au fil de $0^{mm},2$ de diamètre correspond à une modification dans les méthodes d'application qui, au delà, permet d'atteindre une assez haute valeur du coefficient d'encombrement. Les figures 3 et 4 donnent une image

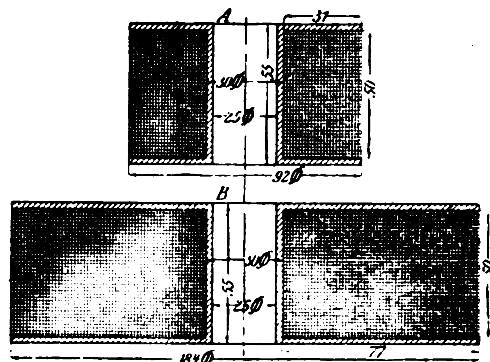



Fig. 3. — Comparaison des bobines obtenues avec du fil émaillé (A), et du fil recouvert d'une couche de coton (B). — 500 volts ; 8 000 ohms ; 40 000 spires ; 0,0625 amp. Dimensions en mm.

plus frappante de la haute valeur de ce coefficient. La première reproduit les sections de deux bobines de section circulaire de 2 500 ampère-tours, l'une en fils émaillés, l'autre en fils isolés au coton ; la seconde, les sections respectives d'une même bobine qui serait établie avec du fil nu, émaillé, isolé soie, coton, etc. Il y a encore lieu de faire remarquer que l'élévation de tem-

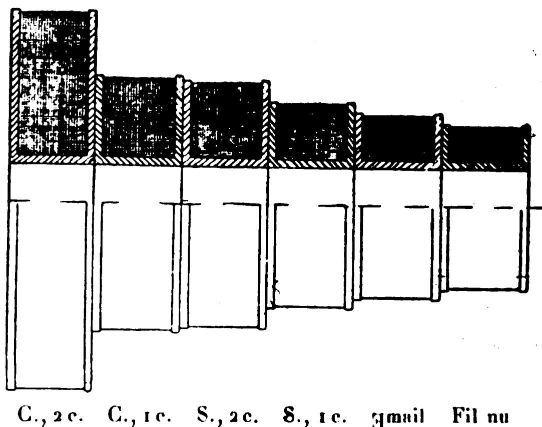



Fig. 4. — Sections comparatives des bobines obtenues avec les divers isolants, à égalité d'ampèretours. Fil de cuivre de 0,2 mm., 10 000 spires.

pérature peut atteindre 150° avec des fils émaillés, et ne peut dépasser 85° avec des fils isolés au coton. Il en résulte qu'on a pu dans le cas spécial (2500 A. T.) effectuer le bobinage avec 1kg,8 de cuivre en fil émaillé de 0mm,18 de diamètre, tandis qu'il a fallu 5kg,3 de cuivre avec du fil isolé au coton, de 0mm,2.

D'autre part, il faut remarquer que pour l'acheteur, le fil de cuivre isolé se vendant au kilogramme, il y a intérêt à obtenir la plus grande longueur possible pour un poids donné. On trouvera une comparaison de ce genre pour différentes espèces de fil isolé, dans la figure 5.

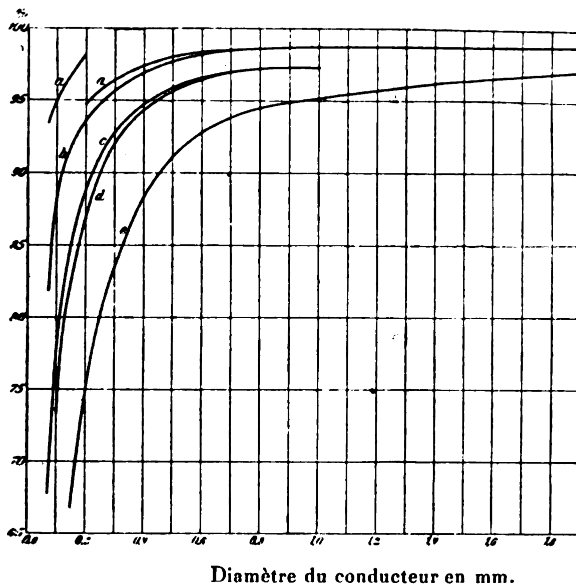



Fig. 5. — Longueurs de conducteur en °/o correspondant aux divers isolants, à égalité de poids, le poids du fil nu étant pris comme unité. — *a*, émail ; *b*, soie, 1 couche ; *c*, soie, 2 couches ; *d*, coton, 1 couche ; *e*, coton, 2 couches.

On peut bobiner le fil émaillé sans aucun dommage pour l'isolant, sur des noyaux ayant 3 ou 4 fois son diamètre propre. La souplesse est en général plus grande quand la température est un peu élevée. La résistance d'isolement du fil est d'environ 10 mégohms par kilomètre ; pour des fils de 0mm,10, l'isolement résiste à 700 volts, et au-dessus de ce diamètre à plus de 2500 volts. Après immersion dans l'eau, l'isolement résiste encore pour ces deux catégories à 300 et 500 volts. Le tableau suivant donne les tensions de rupture des divers isolants pour fils plongés dans le mercure et l'eau.

| | MERCURE | EAU |
|---|---|---|
| Fil émaillé. . . . . . . . . | 900 | 400 |
| Fil sous soie (une couche). . . . | 250 | 0 |
| — (double couche). . . | 450 | 0 |
| Fil sous coton (une couche). . . | 200 | 0 |
| — (double couche). . | 450 | 0 |

Ce nouveau procédé d'isolement des fils de machines semble très avantageux et est appelé à se généraliser.

L. G.

### *Sur la perméabilité des tôles en alliage pour les hautes inductions.* — E. A. Watson. — *The Electrician*, 18 octobre 1907.

Depuis peu de temps, l'on utilise dans la construction des transformateurs certaines tôles en alliage, dont les pertes par courants de Foucault et par hystérésis sont relativement faibles.

Ces tôles n'ont pas encore été employées dans la construction des machines dynamos, probablement à cause de leur prix et de leur perméabilité moins élevée que celle des tôles ordinaires. L'économie réalisée sur l'ensemble par l'emploi de ces tôles compense, cependant, au delà leur prix, et, d'autre part, dans les dynamos, la puissance, pour une perte dans le cuivre donnée, ne dépend que de la densité de flux qui peut être admise dans les dents de l'armature.

L'appareil employé par l'auteur, dans ses essais sur ces nouveaux matériaux, se compose d'un noyau en tôles de haute perméabilité et en forme de U. Les deux branches verticales portent des bobines magnétisantes comprenant chacune 220 spires de fil de 1mm,6 ; ces deux branches se terminent par des entailles, parfaitement dressées et polies, destinées à recevoir les extrémités de l'échantillon qui ferme ainsi le circuit magnétique. Cet échantillon consiste en des bandes de tôles de 90 × 10 millimètres ; 6 de ces bandes sont juxtaposées de manière à former un faisceau sur lequel l'on enroule 2 ou 3 bobines distinctes de fil conducteur, ayant en tout 150 spires. L'emploi de bobines séparées a pour but de pouvoir vérifier si le flux est constant le long de l'échantillon, et s'il ne se produit pas de fuites magnétiques.

Pour réaliser un flux constant et combattre l'effet des fuites à côté de l'échantillon était disposé parallèlement un autre faisceau semblable, mais sans enroulement ; ce dispositif se montra très efficace.

L'on négligea, dans les calculs, la réluctance du circuit du noyau en U portant les bobines magnétisantes, et dont la section était égale à environ 8 fois la section de l'échantillon ; l'erreur correspondante était certainement inférieure à 1 %.

Une autre erreur est due aux joints entre l'échantillon et l'électro-aimant en U ; pour la diminuer, les surfaces de contact avaient été rendues aussi larges que possible et dressées avec le plus grand soin. Cette erreur n'aurait pu être évaluée exactement, mais elle était certainement négligeable, puisque des variations de pressions dans les joints ne causaient aucun changement dans la réluctance.

Les échantillons choisis étaient au nombre de 4 ; ceux portant les numéros 1 et 4 sont d'origine anglaise, et ceux portant les numéros 2 et 3 d'origine allemande. La composition de l'échantillon n° 2 est, d'après le Pr G. Kapp, la suivante :

| | |
|---|---|
| Carbone | 0,03 % |
| Silice | 3,40 |
| Soufre | 0,04 |
| Phosphore | 0,01 |
| Manganèse | 0,32 |
| Fer (par différence) | 96,20 |

La composition des autres échantillons n'a pas été déterminée.

Les tôles en alliage, assez analogues entre elles comme aspect et constantes mécaniques, sont en général beaucoup plus dures et élastiques que les tôles ordinaires. L'échantillon n° 4 appartenait à une vieille variété de tôle, ayant des pertes élevées par hystérésis et courants de Foucault, et les essais ont confirmé sa supériorité sur les nouvelles tôles au point de vue de la perméabilité.

L'épaisseur des tôles était de $0^{mm},35$ pour les n° 1, 2 et 4, et de $0^{mm},3$ pour le n° 3.

Les essais furent effectués par la méthode balistique ; la bobine entourant l'échantillon était reliée à un galvanomètre, étalonné avec soin, par l'intermédiaire d'une boîte de résistance.

La direction du courant magnétisant était renversée, et l'on notait la déviation du galvanomètre.

Pour éviter tout effet dû au magnétisme rémanent, l'on renversait plusieurs fois le courant avant de faire une lecture.

Les résultats obtenus sont donnés par la figure 1 ; l'on constate bien que l'ancienne tôle n° 4 a une perméabilité plus grande que les tôles en alliage, mais la différence est faible.

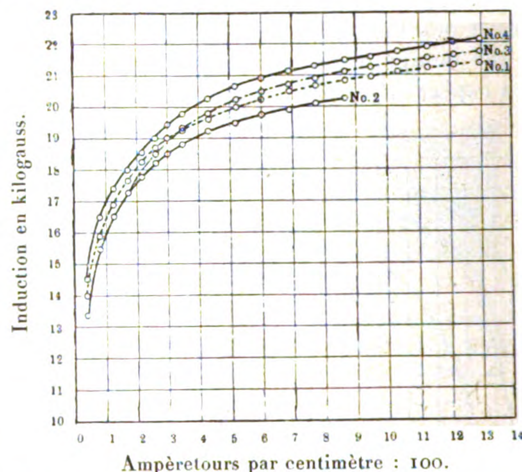


Fig. 1. — Courbes d'aimantation pour divers échantillons de tôle.

De plus, ces nouvelles tôles donnent des résultats assez peu comparables entre eux. Dans aucun cas, même avec une force magnétisante de 1 000 ampèretours par centimètre, la densité de flux ne peut atteindre la valeur de 22 000.

En pratique, à cause du papier isolant les tôles, la densité de flux apparente dans les dents est beaucoup plus élevée que la valeur réelle donnée par les courbes précédentes, et il est intéressant de pouvoir calculer la première, employée souvent dans les calculs de dynamos.

Supposons que 80 % de la longueur brute de l'armature soit occupée réellement par le fer, et désignons par S le rapport de la surface d'une encoche à celle d'une dent ; si l'on prend alors comme unité de surface la section réelle du fer, la section d'air due au papier isolant est égale à $\frac{0,20}{0,80}$, la section d'air dans les encoches égale à $\frac{1,0}{0,9}S = \frac{5}{4}S$, et l'on en déduit :

$$\frac{\text{section totale dans l'air}}{\text{section totale réelle dans le fer}} = \frac{5}{4}S + \frac{1}{4}.$$

Par suite, l'induction apparente B' est reliée à l'induction réelle dans le fer B, par la relation

$$B' = B + \frac{4\pi A}{10}\left(\frac{5}{4}S + \frac{1}{4}\right)$$

A étant le nombre d'ampèretours par centimètre nécessaire pour produire l'induction B. Cette relation permet de construire les courbes B' en partant des courbes de la figure 1.

En résumé, l'on peut conclure de ces courbes qu'il n'est pas possible de dépasser une induction apparente de 24 000 ou 25 000, mais que l'on peut arriver à des densités de flux à peu près aussi élevées que celles actuellement en usage.

L'excitation nécessaire est un peu plus forte qu'avec les tôles ordinaires, mais dans les machines à courant continu, lorsque l'entrefer est plus grand que ne l'exige la construction mécanique, on peut le diminuer, la réluctance des dents à ces hautes inductions étant pratiquement équivalente à un entrefer, et rattraper ainsi la dépense supplémentaire d'excitation.

Au point de vue d'une bonne régulation, il vaut même mieux, d'ailleurs, saturer les dents qu'avoir un grand entrefer.

Etant donnée la grande diminution des pertes constantes avec les tôles en alliage, l'auteur estime finalement qu'elles sont appelées à rendre des services considérables dans la construction des machines.

P. S.

***Les moteurs légers à explosion avec refroidissement par l'air.* — J.-A. Farcot.** — Communication faite à la *Société des Ingénieurs Civils de France*, séance du 4 octobre 1907.

On a cherché à faire des moteurs légers à vapeur, à explosifs, à éther, acide carbonique, ammoniaque, etc., des turbines, des moteurs rotatifs et des moteurs à explosion.

Ces derniers sont spécialement l'objet de la présente communication.

1° Moteurs légers à vapeur :

Les recherches de M. de Dion, de M. Ader, du commandant Renard, de M. Serpollet, etc., ont montré combien il a été difficile d'arriver à un poids suffisamment réduit pour l'aviation. Grâce à des dispositifs ingénieux, M. Ader a cependant réussi à employer un moteur à vapeur pour la propulsion de son *Avion n° 3*, avec lequel il a pu, déjà en 1897, effectuer un bond de 300 mètres. Cet essai a fourni de précieuses indications pour l'avenir de l'aviation.

2° Moteurs à explosifs :

Ces moteurs datent de fort longtemps, mais n'ont jamais pu recevoir d'applications industrielles, à cause des dangers qu'ils présentent.

3° Moteurs à éther, acide carbonique, ammoniaque, etc. :

Malgré les tentatives des chercheurs, les espérances que leurs théories donnaient, ces moteurs n'ont pas fourni de bons résultats dans la pratique.

On a rencontré de grandes difficultés pour obtenir une étanchéité suffisante des joints ; les liquides attaquent le métal. D'autre part, le poids par cheval que ces moteurs atteignaient, détourne l'attention de leur type pour la question actuelle.

4° Turbines, moteurs rotatifs :

La question des turbines semble être celle de l'avenir, mais la turbine, à vapeur au moins, nécessite un générateur qui est lourd par lui-même, et c'est pourquoi les recherches ont été limitées.

Quant à la question des moteurs rotatifs, elle n'a pas avancé, et il ne semble pas que ces moteurs doivent être plus légers que les précédents. Il est même probable qu'ils seront, en tous cas, plus lourds que les turbines.

5° Moteurs à explosion :

**Ce sont ces moteurs qui ont donné les meilleurs résultats jusqu'à présent, au point de vue pratique et économique.**

Le refroidissement par l'eau presque uniquement employé actuellement, sauf pour les très petits moteurs, nécessite des organes accessoires, tels que pompes, radiateurs, tuyauteries, et une double enveloppe du cylindre.

Ces appareils sont lourds, sont fragiles, et peuvent être facilement avariés par les gelées, de même que les joints se défont facilement et que l'échauffement irrégulier du cylindre produit des ruptures.

Le refroidissement méthodique par l'air semble à M. Farcot devoir être la solution de toutes ces difficultés.

Plusieurs constructeurs on fait déjà des essais ; dans cet ordre d'idées, l'on peut citer MM. Knox, Rankin, Kennedy, Frayer-Millet, Adams, Auriol, Esnault-Pelterie.

Le moteur de M. Farcot pour groupe propul-

seur aviateur comporte deux cylindres en V, avec une seule soupape par cylindre, et son hélice propulsive forme volant, par suite de deux petites masses disposées convenablement sur les branches de cette hélice.

Une seule came règle la distribution et la même soupape permet l'échappement et l'aspiration. Un pot d'échappement sert de récupérateur de chaleur au moment de l'aspiration et le mélange intime, entre l'air aspiré et l'air sursaturé du carburateur, a lieu à l'entrée même du cylindre. Une manette d'entrée d'air additionnel, réglable, est disposée sur chaque cylindre.

Le guide de soupape est rendu étanche par suite d'un joint en cuivre rouge, de même forme que ceux employés pour les presses hydrauliques. Le carburateur est très simplifié et très léger ; il se compose d'un simple gicleur et d'un flotteur à niveau constant. La tuyauterie est de faible section, il n'y circule que de l'air sursaturé d'essence et par conséquent impropre à la combustion, mais qui devient mélange tonnant au moment de l'utilisation par suite de l'addition d'air au moment de l'aspiration.

Le refroidissement du moteur est obtenu par l'utilisation du courant d'air de l'hélice. Ce courant d'air décrit un tronc de cône convergent du côté du moteur. Un dispositif spécial dirige alors le jet d'air sur les organes à refroidir.

Une particularité de ce moteur est que les cylindres sont désaxés par rapport à l'axe du vilebrequin ; il en résulte plus de douceur et une augmentation de rendement.

Le poids total du groupe est de 25 kilogrammes pour une puissance de 12 HP.

M. Farcot a construit aussi un aéromoteur de 100 HP.

Les cylindres sont disposés par deux groupes de quatre en V, pour réduire l'encombrement à son minimum et faciliter le refroidissement.

Il en résulte également une augmentation dans la souplesse et la suppression du volant, l'hélice du ventilateur en tenant lieu.

Sous l'aspiration du ventilateur, tournant dès que le moteur est en marche, l'air froid extérieur se précipite en un courant rapide par les fenêtres de l'enveloppe du moteur sur les parties chaudes, et les maintient à une température constante et convenable pour le bon fonctionnement du moteur.

Ce dispositif de refroidissement est très énergique et d'autant plus efficace qu'on peut le répartir d'une manière simple et rationnelle sur les surfaces plus ou moins chaudes, par un choix judicieux des grandeurs et des emplacements des fenêtres, faites en vue de la meilleure utilisation de l'air.

Le graissage a lieu sous pression, par l'intermédiaire d'une pompe dont le principe est basé sur les différences de pression exercées sur les deux faces d'un tiroir, ce qui a permis d'obtenir une très grande légèreté de cet organe.

Les bielles sont accouplées, deux à deux, par un dispositif spécial, de façon à diminuer les efforts dus à leur obliquité.

Le ventilateur établi avec le concours de M. Emmanuel Farcot, fils, a permis de réaliser ce genre de refroidissement avec les plus grandes facilités.

Les essais ont enregistré une puissance de 90 à 110 HP à 1 200 tours, au moyen d'un frein à air capable de provoquer une résistance équilibrant la puissance indiquée.

Le moteur était monté sur un châssis mobile et portait un levier calculé pour permettre d'enregistrer la puissance à tout instant, en multipliant le poids indiqué sur le levier, par le nombre de tours, lu sur un tachymètre et en divisant par 1 000.

A ce propos M. Farcot signale un nouveau dynamomètre mécanique dû à M. F. Farcot et dont la sensibilité est très grande.

En effet, les essais officiels faits dernièrement au Conservatoire des Arts et Métiers, ont démontré que le coefficient de sensibilité de cet appareil est de 99 %.

Le principe de cet appareil est basé sur l'utilisation de la réaction d'une force sur un plan incliné.

Ce dynamomètre est complété par un nouveau frein permettant, en marche, par la simple manœuvre d'un levier, de donner la résistance nécessaire pour absorber la force développée par le moteur.

Cet appareil est donc appelé à rendre de grands services dans le monde automobile, en supprimant l'emploi du frein de Prony et des dynamos-freins.

Un moteur de puissance aussi importante a obligé d'imaginer un appareil de mise en marche automatique qui a donné d'excellents résultats tout en étant d'un poids extrêmement réduit.

Cet appareil permet la mise en marche progressive du moteur par la simple manœuvre d'un robinet de faible dimension.

Sur le même principe de refroidissement, M. Farcot a établi différents types de moteurs applicables à l'automobile, et montés sur un châssis de nouveau type, à changement de vitesse progressif, sans engrenages et ne comportant ni cône de friction, ni chaîne.

Ce changement de vitesse, qui forme embrayage progressif, s'appliquera heureusement aux appareils d'aviation, pour lesquels il assurera une traction sensiblement constante de l'hélice, depuis le moment du départ jusqu'à la vitesse de régime de l'appareil.

En résumé, d'après l'auteur, les aéromoteurs, par suite de leurs qualités nombreuses, sont destinés à prendre une place importante dans les applications où la légèreté du moteur est un des coefficients à réduire au minimum.

Quant à l'augmentation de la puissance, on ne peut l'obtenir qu'en multipliant le nombre des cylindres, parce qu'il y a une limite, vite atteinte, à leur diamètre, et il semble actuellement qu'un moteur à huit cylindres est le plus multiplié que l'on puisse construire pratiquement [1].

A la suite de la conférence de M. Farcot, M. Marcel Armengaud attire l'attention de la Société sur le moteur d'aéroplane contruit par M. Esnault-Pelterie.

Ce moteur est du type étoilé, c'est-à-dire que les cylindres sont radiaux et attaquent une seule manivelle et il offre, entre autres, les particularités principales suivantes :

Tout d'abord, les cylindres sont en nombre impair. De plus, pour assurer un bon graissage, tous les cylindres qui seraient théoriquement au-dessous de l'horizontale passant par l'arbre, sont reportés dans un plan parallèle à celui des autres; leurs pistons attaquent un maneton décalé de 180 degrés par rapport au maneton des autres cylindres. On obtient donc, de cette manière, un couple tout aussi uniforme que si les cylindres étaient dans un même plan.

Une seconde particularité intéressante également à signaler, est le système de distribution. L'admission et l'échappement se font comme dans le moteur de M. Farcot, par une soupape double, à deux levées distinctes, commandée par une came à double bossage. Toutefois, grâce au fait que les cylindres sont disposés radialement et en nombre impair, il est possible de commander les soupapes par une came unique (en admettant que les cylindres sont tous dans un même plan), car, dans ce cas, les bossages peuvent être répartis uniformément sur la périphérie de la came. Cette came se dédouble en deux, décalées de 180 degrés, dans le cas où l'on adopte, comme le fait M. Esnault-Pelterie, deux plans de cylindres. La came peut aussi tourner très lentement, $n$ fois moins vite que l'arbre moteur, si $n+1$ est le nombre impair de cylindres. Dans le moteur construit, comme les cylindres sont au nombre de 7, la came tourne à une vitesse six fois moindre que l'arbre moteur.

Le nombre des bossages est d'une manière générale égal à $\frac{n}{2}$ qui est toujours un nombre entier puisque $n$ est pair par définition. C'est donc trois bossages doubles que présente la came du moteur de M. Esnault-Pelterie.

En étudiant le système de distribution des moteurs étoilés, l'on reconnaît que, si le nombre des cylindres est un multiple de trois, l'on peut aussi diviser la périphérie de la came en parties égales, mais, dans ce cas, la came tourne, comme dans les moteurs à cylindres alignés et parallèles, à vitesse moitié de celle du moteur.

Le moteur de sept cylindres de M. Esnault-Pelterie, qui fonctionne actuellement, donne 35 HP et pèse 52 kilogrammes en ordre de marche, carburateur compris, soit $1^{kgr},50$ par cheval. Avec l'hélice de l'aéroplane et son arbre, le moteur pèse 60 kilogrammes, ce qui fait $1^{kgr},72$ par cheval.

Comme on le voit par ces chiffres, la puissance spécifique de ce moteur est très élevée et le rend donc particulièrement propre à l'aviation et à l'aérostation.

Enfin, M. Armengaud indique que le moteur de M. Esnault-Pelterie est refroidi par un courant d'air qui vient lécher les ailettes dont sont munis les cylindres, courant d'air qui est, dans le cas de l'application du moteur à son aéroplane, uniquement créé par la marche rapide, 60 kilomètres à l'heure, à laquelle il se déplace.

---

(1) Il est cependant à signaler que M. LEVAVASSEUR construit des moteurs en V, également très légers, avec 16 cylindres et plus.

(N. D. L. R.)

## TRACTION

***Exploitation des chemins de fer électriques et à vapeur.*** — **F. Sezula.** — *Zeitschrift für Kleinbahnen.*

L'auteur compare les résultats d'exploitation d'un certain nombre de chemins de fer suisses à voie étroite et donne les renseignements statiques suivants :

1° Capacité par train-kilomètre :

| | |
|---|---|
| Commande électrique. . . . . | 25,7 personnes ; |
| Commande à vapeur. . . . . | 11,4 — |

2° Utilisation des places assises :

| | |
|---|---|
| Vapeur . . . . . . . . . . | 30,3 °/₀ ; |
| Électricité. . . . . . . . . | 22,2 °/₀. |

3° Utilisation de la capacité des wagons à marchandises :

| | |
|---|---|
| Vapeur . . . . . . . . . . | 19,8 °/₀ ; |
| Électricité. . . . . . . . . | 24 °/₀. |

4° Résultats d'exploitation :

*a*) Recettes calculées en marks pour 1 kilomètre de voie exploitée.

| | Électricité. | Vapeur. |
|---|---|---|
| | — | — |
| Voyageurs. . . . . . . . . . | 5,470 | 6,256 |
| Marchandises. . . . . . . . | 1,384 | 5,664 |
| Total. . . . . . . . | 7,238 | 12,135 |

Par tonne-kilomètre ces chiffres donnent pour l'électricité 20,6 marks, et pour la vapeur 23,5 marks.

Par train-kilomètre (pour voyageurs) l'on obtient 5,36 marks pour l'électricité, et 5,16 marks pour la vapeur.

*b*) Dépenses :

| | Électricité. | Vapeur. |
|---|---|---|
| | — | — |
| Par km. utile en mks. . . . . | 0,64 | 1,52 |
| Par axe de voiture kilom. . . . | 14,91 | 13,09 |

Les dépenses peuvent être évaluées, en outre, en °/₀ des recettes totales :

| | Électricité. | Vapeur. |
|---|---|---|
| | — | — |
| Administration générale. . . . . | 7,2 | 5,48 |
| Contrôle et entretien. . . . . . | 15,2 | 28,32 |
| Service d'exploitation. . . . . . | 22,8 | 18,26 |
| — du matériel. . . . . | 42,9 | 42,4 |
| Divers. . . . . . . . . . . . | 11,7 | 5,5 |
| Dépenses totales d'exploitation en °/₀ des recettes totales. . . . . . | 79,2 | 58,9 |

| | Électricité. | Vapeur. |
|---|---|---|
| | — | — |
| Excès des recettes sur les dépenses par axe de voiture/kilom., en pfs. | 3,91 | 9,13 |
| Par km. exploité en mks. . . . | 1 504 | 4 988 |

Les résultats suivants se rapportent à l'exploitation des chemins de fer à crémaillère :

| | Électricité. | Vapeur. |
|---|---|---|
| | — | — |
| Recettes par km. utile en mks. . . | 2,86 | 7,36 |
| Dépenses — . . . | 1,18 | 3,64 |
| Différence par km. en mks. . . . | 1,68 | 3,67 |
| Recettes par axe de voit.-kil. en mks. | 0,68 | 0,77 |
| Dépenses — | 0,28 | 0,39 |
| Différence — | 0,40 | 0,38 |

L. G

## ÉLECTROCHIMIE & ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Sur les réactions de la cuve de nickelage.*** — Note de M. **A. Brochet,** présentée par M. **A. Haller.** — Académie des Sciences, séance du 14 octobre 1907.

Le dépôt de nickel demande la neutralité du bain. Une légère réaction acide donne un dépôt très blanc, mais la présence des ions H détermine un dégagement gazeux et, pour une faible épaisseur, le métal *lève* sous forme d'écailles. Ce *levage* est dû à l'occlusion d'hydrogène, lequel existe d'ailleurs plus ou moins dans tous les dépôts de nickel et de cobalt électrolytiques.

En présence de sulfates on constate la mise en liberté d'acide sulfurique avec dégagement d'oxygène. Cela tient à ce que le nickel est passif et se comporte comme une anode insoluble.

L'électrolyse des sels de nickel donne de mauvais résultats s'ils sont seuls ; dans le cas du chlorure, il se dépose sur la cathode de l'hydrate d'oxyde de nickel ; avec le sulfate, cet hydrate ne se forme pas du fait de l'acidité provenant de la passivité de l'anode. La présence des sels alcalins, notamment des sels ammoniacaux, est donc nécessaire pour la bonne marche de l'opération. Ils donnent avec le sulfate de nickel des sels complexes qui se dissocient [1] en cations $(NH^4)^{\cdot}$ par exemple, et en anions $(SO^4)^2Ni''$. Ces derniers ont leur charge neutralisée par celle des ions $Ni^{\cdot\cdot}$ fournis par l'anode. Il y a production de sulfate de nickel et en outre, comme

[1] W. Pfanhauser, *Zeitsch. f. Elektrochemie*, t. VII, 1901, p. 628.

nous l'avons vu, d'oxygène et d'acide sulfurique.

Quant au peroxyde de nickel, il résulte de la formation intermédiaire du sulfate nickelique instable.

L'addition de chlorures au bain supprime la passivité, mais ne modifie pas les réactions. Celles qui se passent à l'anode se font par l'intermédiaire de l'anion $(NiCl^4)''$, d'où la tendance plus grande à former du peroxyde. C'est le principal inconvénient de l'addition des chlorures au bain de nickelage.

Dans tous les cas, le nickel déposé provient d'une réaction secondaire résultant de la décharge du cation $(NH^4)$, et de la décomposition du sulfate simple, s'il est en excès. Des cations se déchargent de même au détriment des éléments de l'eau, d'où dégagement d'hydrogène et formation d'alcali qui se trouve neutralisé dans le cas des sulfates; mais, en présence de chlorures, comme le bain reste neutre, il en résulte un précipité d'hydrate d'oxyde de nickel qui se répand dans le bain ou dont une partie, sans avoir été préalablement libérée, peut être déposée en même temps que le métal, ce qui donne le dépôt gris et de vilain aspect que l'on observe fréquemment dans ces conditions.

Dans l'opération du nickelage on se trouve donc en présence d'un bain dont soit l'acidité, soit le dépôt d'hydrate va en augmentant. On remédie à l'acidité en ajoutant des sels peu dissociables. Le citrate de sodium présente l'inconvénient d'être d'un prix élevé, d'entretenir les moisissures et de se décomposer sous l'influence du courant. Aussi préfère-t-on opérer en présence de chlorures. Nous venons de voir leurs inconvénients, on y remédie en ajoutant au bain de l'acide borique. Celui-ci à peine ionisable n'a d'autre effet que de compenser l'action due à la présence de l'hydrate d'oxyde de nickel, encore moins dissociable et de donner au dépôt la blancheur que la présence de l'oxyde tend à lui faire perdre.

La passivité plus ou moins grande des anodes de nickel dépend de la nature physique du métal, variable suivant le laminage auquel il a pu être soumis et non de sa pureté.

C'est un fait bien connu que les anodes fondues s'attaquent mieux que les anodes laminées en plaques de 5 à 8 millimètres que l'on emploie généralement. Quant aux feuilles minces, elles sont presque inattaquables (1 à 5 pour 100 de la théorie pour une densité de courant de 1 ampère par décimètre carré avec une solution de sulfate double à 100 grammes par litre).

L'attaque des anodes de nickel est tout à fait spéciale. Elles se piquent en un certain nombre de points et donnent naissance à des cavités qui se creusent de plus en plus au point d'amener la perforation de l'électrode qui, en d'autres points, conserve son épaisseur.

L'auteur poursuit l'étude de ce phénomène probablement lié à la passivité.

---

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

***Télégraphie et téléphonie sans fils spéciaux par l'utilisation des conducteurs d'un réseau électrique.*** — **R. Goldschmidt.** — *Bulletin de la Société Belge d'Électriciens*, octobre 1907.

Il y a quelques années, l'auteur a établi et déposé, sous forme de brevet [1], un dispositif, perfectionné dans la suite, permettant de téléphoner et de télégraphier sans fils spéciaux au moyen des conducteurs d'un réseau électrique, les postes étant reliés simplement par la conduite urbaine de courant continu. Le voltage importe peu et l'on obtient des résultats tout aussi bons avec 110 volts qu'avec une tension double. Le courant peut alimenter, pendant les communications, un nombre quelconque de lampes ou de moteurs en des points différents du circuit sans gêner la transmission.

Le système comprend le poste transmetteur, le poste récepteur et la ligne empruntée sur la canalisation électrique.

Le système transmetteur pour la téléphonie est constitué par un microphone puissant et sensible, du genre Gaillard-Ducretet, pouvant supporter un courant intense. Il est placé dans le circuit d'un accumulateur et d'une bobine à gros fil de cuivre.

La bobine dont nous venons de parler constitue le primaire d'un transformateur dont le secondaire est formé par un enroulement présentant un nombre très grand de spires d'un fil de faible conductibilité.

Cette dernière bobine, reliée aux conducteurs du circuit d'éclairage, a une si grande résis-

---

[1] Brevet belge n° 170580 du 9 novembre 1903.

tance qu'il n'est point indispensable d'intercaler des résistances supplémentaires pour diminuer le courant continu absorbé.

Quand on parle dans le microphone, la voix produit, grâce au dispositif décrit, dans le secondaire du transformateur, des pulsations de courant alternatif qui se superposent au courant continu le traversant.

A la réception, les pulsations de courant alternatif agissent seules sur le téléphone et cela par l'effet d'un autre transformateur très analogue à celui du poste de transmission.

Le primaire du poste récepteur est constitué par un très grand nombre de spires à haute résistance semblable au secondaire du transformateur du poste transmetteur ; il est placé directement aux bornes du courant, en un point quelconque du réseau.

Le secondaire du poste récepteur, analogue au primaire du poste transmetteur, peut être mis dans le circuit soit d'un relais, soit d'un téléphone.

Le dispositif d'appel est constitué essentiellement par un interrupteur à roue dentée permettant d'établir et d'interrompre rapidement un contact électrique disposé à la station transmettrice et raccordé aux bornes du réseau.

Pour éviter la formation d'étincelles de rupture par trop fortes, on place un condensateur en dérivation sur cet interrupteur à la manière ordinaire.

Les interruptions successives du courant obtenues au moyen de ce commutateur engendrent des courants dans le transformateur de la réception, dont le secondaire est relié à un relais sensible du système Claude. Ce relais est destiné à fermer un circuit local comprenant un élément de pile sèche et une sonnerie ordinaire ou bien une sonnerie polarisée.

L'appel peut également se faire au moyen d'un récepteur haut parleur.

Le téléphone et le relais sont réunis à la bobine par un commutateur à deux voies.

Quand le cornet est suspendu au crochet, le circuit secondaire est fermé sur le relais et dès qu'il est détaché, le crochet se relève et substitue automatiquement le téléphone au relais dans le secondaire de la bobine.

Pour la télégraphie, une clef Morse se place dans le circuit du commutateur d'appel et le mouvement continu de celui-ci ne produit d'interruption de courant que si la clef est baissée.

A la réception, un appareil Morse est intercalé en lieu et place de la sonnerie d'appel.

On peut remplacer le commutateur tournant par un marteau électromagnétique de Wagner.

Les longues et les brèves, constituant les lettres de l'alphabet, sont, comme dans le cas de la télégraphie sans fil, formées de pulsations plus ou moins nombreuses, suivant que l'on appuie plus ou moins longtemps la clef transmettrice.

Ces signes peuvent également se lire acoustiquement au moyen du téléphone.

La netteté de la communication dépend naturellement de la distance entre les postes, et si la transmission de la voix, des signes auditifs et appels téléphoniques peut, d'après de nombreux essais, être excellente entre deux abonnés au secteur de la ville, séparés par plusieurs kilomètres, malgré les multiples bifurcations et dérivations, il est à remarquer que le système d'appel par sonnerie ne se fait réellement bien qu'à une distance relativement courte, du moins avec les dispositifs employés.

Pour ce qui est du secret de la correspondance, il est évident qu'il ne peut être maintenu avec un dispositif aussi simple que celui décrit, qu'aussi longtemps que deux abonnés du réseau d'éclairage en connaissent seuls le fonctionnement, mais il est possible d'imaginer des dispositifs d'accord, analogues à ceux utilisés dans la télégraphie sans fil, ou bien d'employer des monotéléphones du genre de ceux imaginés par Mercadier, permettant à la transmission de se faire de telle façon qu'un appareil déterminé puisse seul recevoir les signaux.

Les essais ont prouvé que, le jour, la transmission à des distances considérables se fait aussi bien en empruntant le réseau de la ville, qu'en utilisant des fils spéciaux. Mais, le soir, les transmissions sont plus difficiles surtout au moment où l'on ferme et l'on ouvre de nombreux circuits dans les habitations ; il se produit alors, chaque fois, un extra-courant plus ou moins intense, donnant un son qui peut d'ailleurs être facilement distingué de ceux transmis par le poste transmetteur ; l'on s'habitue à ne plus être incommodé par ces bruits parasites, tout comme dans la télégraphie sans fil, on parvient à se libérer complètement des perturbations telluriques et atmosphériques.

---

# BREVETS

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Perfectionnements aux machines à courant continu.*** — **Brown, Boveri et Cie.** — Brevet anglais n° 2202, publié le 17 octobre 1907.

Ce brevet est applicable aux machines multipolaires ayant plusieurs paires de balais montées en parallèle. Une petite résistance en métal ayant un coefficient positif de température élevé, tel que le fer, est en série avec chaque balai ; si ce balai, pour une raison quelconque, débite un courant plus élevé que les autres, cette résistance s'échauffe et l'accroissement de résistance correspondant réduit le courant passant dans le balai à sa valeur normale.

***Machines-dynamos avec enroulements de compensation et pôles auxiliaires.*** — **Allgemeine Elektrizitäs Gesellschaft.** — Brevet suisse n° 38076, publié le 15 août 1907, et brevet anglais n° 20808 (1906), publié le 17 octobre 1907.

Dans les machines munies d'enroulements compensateurs Ryan logés dans des encoches réparties sur les pôles, et en outre de pôles auxiliaires de commutation, l'on adopte la disposition suivante pour faciliter le réglage : l'on relie en série d'une part tous les enroulements Ryan, et d'autre part tous les enroulements des pôles auxiliaires de commutation. Les deux groupes ainsi formés sont mis tous deux en série avec l'induit, mais sont shuntés chacun par des résistances ohmiques réglables. Grâce à l'emploi de ces résistances, l'on peut faire varier la valeur relative des courants passant dans les deux groupes, de manière à annuler exactement la réaction d'induit et avoir une commutation parfaite.

***Induit pour moteurs d'induction avec enroulements en court-circuit.*** — **Meyer.** — Brevet suisse n° 38075, publié le 15 août 1907.

L'induit comporte deux séries d'encoches superposées ; les encoches situées les plus près de l'entrefer sont semblables à celles du stator, et contiennent l'enroulement en cuivre normal. Immédiatement au-dessous de ces encoches, se trouve une seconde rangée d'encoches circulaires, placées de manière à ce que l'isthme de fer qui les séparent de celles de la première rangée soit coupé par un entrefer. Dans ces encoches circulaires se trouvent logées des barres rondes en fer ; ces barres réunies ensemble par les flasques maintenant les tôles forment une cage d'écureuil auxiliaire qui assure un bon démarrage, sans que l'on ait besoin de bagues et de rhéostats réglables extérieurs au moteur [1].

***Dynamo avec pôles de commutation.*** — **A. Mudge.** — Brevet anglais, n° 9554, publié le 17 octobre 1907.

Cette machine n'a pas autant de pôles de commutation que de pôles principaux, et, entre les pôles principaux, les espaces non munis de pôles de commutation sont réduits relativement aux autres. Les pôles principaux sont pourvus de cornes inégales, dont la plus longue est disposée du côté de ces pôles principaux muni de pôles auxiliaires ; cette disposition a pour but de rendre uniforme le pas polaire magnétique, malgré les variations du pas polaire mécanique dues à la construction spéciale avec espaces interpolaires inégaux.

***Moteurs bipolaires pour locomotives.*** — **A. F. Batchelder.** — Brevet américain n° 865988, publié le 17 septembre 1907.

L'on connaît le dispositif imaginé par M. Batchelder pour les locomotives électriques de grande puissance et qui a été appliqué avec succès au chemin de fer électrique du New-York Central [2]. Dans le présent brevet (fig. 1), M. Batchelder indique un nouveau dispositif dérivé du premier. Il a remarqué que la section totale du châssis métallique de la machine est souvent trop faible pour le retour du flux inducteur exigé par les moteurs ; l'on est alors obligé de faire cette carcasse plus lourde que ne l'exige la solidité mécanique, ou d'ajouter tout au moins du métal en certains points du circuit magnétique de retour. Dans le nouveau dispositif, cha-

---

[1] A part quelques détails, ce système paraît analogue à l'un de ceux imaginés par M. Boucherot, il y a une huitaine d'années (N.D.L.R.)

[2] Voir *Éclairage Électrique*, tome XLIII, 15 avril 1905, page 65.

que axe comporte deux induits bipolaires ayant des inducteurs distincts, et les bobines inductrices sont connectées de manière à ce que le flux se ferme suivant la ligne pointillée de la figure.

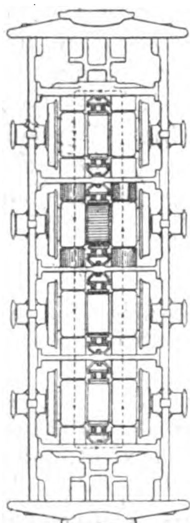


Fig. 1.

Chaque groupe d'induit est muni d'un collecteur central unique, et les détails de construction sont analogues à ceux déjà signalés à propos des locomotives de l'ancien type. Grâce à ce dispositif, l'on voit que les seules portions de la carcasse métallique de la locomotive parcourues par le flux magnétique se réduisent aux pièces qui supportent les pôles extrêmes de chaque file.

***Perfectionnements aux redresseurs à mercure pour la production de courant constant à haute tension.*** — **S. Fergusson.** — Brevet américain n° 866011, publié le 17 septembre 1907.

L'on a constaté, lorsque l'on transporte un redresseur à mercure d'une place à l'autre, qu'une petite quantité de mercure se dépose sur les anodes.

Si ce mercure n'est pas enlevé au moment de la mise en service, avec les redresseurs à haute tension, il peut causer une avarie sérieuse à l'appareil.

Le présent brevet a pour but de remédier à cet inconvénient dans les redresseurs à courant constant. L'artifice employé consiste à faire fonctionner en court-circuit au début de la marche le redresseur à mercure, pendant un temps suffisamment long pour distiller le mercure qui peut s'être déposé sur les anodes pendant le transport. Le tube comporte (fig. 1) une chambre centrale et des tubes latéraux au fond desquels sont montées les deux anodes, alimentées par un transformateur Thomson à intensité constante, suivant le mode usuel ; ces électrodes sont hors de l'atteinte directe des vapeurs émises par la cathode en mercure. L'appareil alimente des lampes à arc en série, en nombre variable. Lorsqu'il fonctionne en court-circuit, la chaleur produite chauffe suffisamment pour opérer la distillation susdite, et d'autre part la tension

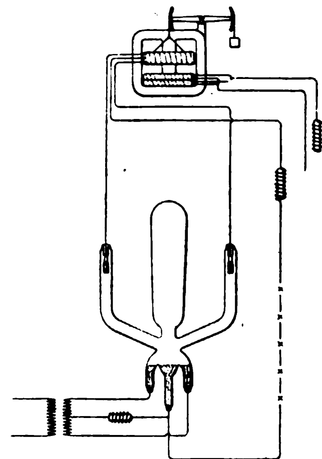


Fig. 1.

faible qui existe alors aux bornes du tube permet de le soumettre sans danger à cette opération.

## ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Accumulateur électrolyte alcalin.*** — **Jungner.** — Brevet anglais, n° 3631. publié le 17 octobre 1907.

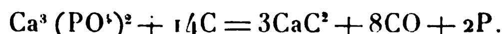
L'électrode négative est formée de plaques de fer, très minces, dont la surface est recouverte d'une couche adhérente de rouille, produite par oxydation directe à l'air. Pour faciliter cette oxydation l'inventeur a imaginé divers procédés. L'électrode positive est formée de plaques également très minces ou de grilles en nickel, dont la surface est oxydée par électrolyse. Des cloisons en matière poreuse, telles que des plaques d'amiante, sont interposées entre les plaques.

***Production simultanée du carbure de calcium et du phosphore.*** — **J. T. Morehead.** — Brevets américains, n° 862092 et 862093, délivrés le 30 juillet 1907 (déposés le 14 octobre 1895).

Des os calcinés ou des roches phosphoriques sont traités dans un four électrique de manière à produire simultanément du phosphore et du carbure de calcium. L'on introduit dans le four un mélange finement pulvérisé composé comme suit (teneurs en poids) :

| | |
|---|---|
| Roches phosphoriques (phosphate tricalcique). | 100 |
| Coke ou charbon de bois . . . . . . . . | 55 |
| Chaux . . . . . . . . . . . . . . | 8 |

A travers le four, l'on fait circuler un gaz réducteur et il se produit la réaction



$$Ca^3(PO^4)^2 + 14C = 3CaC^2 + 8CO + 2P.$$

Le phosphore distille et va dans un condenseur, tandis que l'oxyde de carbone est expulsé à l'air.

Le carbure de calcium ainsi obtenu n'est pas pur mais contient des traces de phosphore, sous forme de phosphate, de calcium combiné intimement avec le carbure. Lorsque ce produit entre en contact avec l'eau, l'acétylène et le phosphore sont tous les deux libérés, et le dernier donne de l'acide phosphorique avec production de chaleur suffisante pour provoquer une inflammation.

Ce produit serait donc très dangereux pour les usages courants, mais il se prête à des emplois spéciaux, par exemple pour éclairer la surface de l'eau la nuit. Une gargousse remplie avec ce produit peut, par exemple, être lancée par un canon au point que l'on veut éclairer ; lorsqu'elle frappe la surface de l'eau, le carbure donne immédiatement de l'acétylène qui s'enflamme par la production simultanée d'acide phosphorique, comme on l'a expliqué ci-dessus. L'on obtient ainsi un éclairage intense et de durée très appréciable.

***Dispositif pour cuve d'électrolyse à deux liquides.*** — **G. Rambaldini.** — Brevet américain 861 226, délivré le 23 juillet 1907 (déposé le 28 janvier 1902).

Les deux liquides entourant respectivement l'anode et la cathode sont séparés l'un de l'autre par une cloison étanche et imperméable. Le courant peut néanmoins passer d'un liquide à l'autre par l'intermédiaire d'un troisième liquide, de densité beaucoup plus faible que les deux premiers, et répandu à leur surface.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Notions Générales sur la Télégraphie sans fil,*** par **R. de Valbreuze.** — 1 volume in-8 de 170 pages avec 129 figures. — L'Éclairage Électrique, éditeur, Paris. — Prix : broché, 7 fr. 50.

Il existe déjà de très bons ouvrages de fond sur la Télégraphie sans fil, en particulier l'excellent traité de MM. Boulanger et Ferrié. Mais leurs auteurs, désirant donner des théories rigoureuses, ont dû entrer dans des développements mathématiques forcément inaccessibles aux lecteurs qui n'ont pas reçu une instruction scientifique spéciale, et même à bon nombre d'ingénieurs qui, absorbés par diverses occupations, ne peuvent se tenir au courant de la physique mathématique.

Dans les « Notions Générales sur la Télégraphie sans fil », l'auteur s'est proposé de présenter au public un traité clair, précis, simple et néanmoins complet, ne contenant aucun développement mathématique et ne nécessitant aucune étude préalable de l'Électrotechnique. Pour atteindre ce but, il ne s'est pas contenté d'examiner en détail les théories et les appareils sur lesquels repose la télégraphie sans fil ; par une étude sommaire de quelques lois fondamentales de la physique et des lois principales de l'électrotechnique, il initie le lecteur à la connaissance de certains phénomènes généraux, et l'amène progressivement à comprendre, sans difficulté, les différentes méthodes employées pour la production d'oscillations électriques ; ensuite, il aborde l'étude générale des phénomènes de résonance et de leur application aux circuits oscillants ; enfin, il arrive aux développements relatifs à la télégraphie sans fil proprement dite.

L'ouvrage est divisé de la façon suivante :

Le chapitre 1er est consacré au *mouvement vibratoire et au rayonnement.* L'auteur explique d'abord le mouvement vibratoire, en se servant d'un exempl

mécanique, et donne quelques définitions indispensables; il étudie ensuite le mouvement vibratoire des particules d'éther et fait comprendre, par une analyse détaillée, comment ce mouvement peut se propager par rayonnement ou radiation. Dans le deuxième chapitre, l'auteur développe les notions relatives à la radiation chimique, lumineuse, calorifique et électrique, et montre que la nature des manifestations extérieures ne diffère que par la longueur d'onde de la radiation qui leur donne naissance.

Dans les chapitres III et IV, le lecteur est initié aux *lois de l'électrotechnique*, que l'auteur développe par des explications simples, basées uniquement sur des lois physiques. Les notions de potentiel, de charge et décharge électriques, de courant, de champ magnétique, d'induction électromagnétique propre et mutuelle, sont successivement étudiées, ainsi que les principes sur lesquels reposent les générateurs électriques, les bobines d'induction et les transformateurs.

Le chapitre V est consacré à la *production des oscillations électriques*; en étudiant les phénomènes en jeu dans les circuits oscillants, l'auteur montre le mécanisme de la production des oscillations amorties et celui des oscillations entretenues, dont, par parenthèse, il ne signale pas tout à fait exactement les initiateurs. M. de Valbreuze attribue aussi à l'arc au mercure des propriétés avantageuses qui me paraissent peu vraisemblables, le mercure étant certainement moins bon que tout autre métal fonctionnant à l'abri de l'oxygène, parce qu'il a le point de volatilisation le plus bas.

Les *phénomènes de résonance* jouant, en télégraphie sans fil, un rôle extrêmement important, l'auteur leur a consacré un chapitre entier dans lequel il étudie d'abord les phénomènes de résonance mécanique, généralement peu connus, puis les phénomènes de résonance électrique. Ensuite, il examine en détail la production d'oscillations électriques dans des circuits résonants accouplés directement ou inductivement entre eux.

Le chapitre VII traite de la *production et de la propagation des ondes électromagnétiques*. Après un rappel des expériences de Hertz, l'auteur étudie le fonctionnement de l'excitateur et du résonateur, la propagation des ondes électromagnétiques dans l'espace, la réflexion, la réfraction et l'interférence de ces ondes, puis la propagation des ondes dans les fils.

Le chapitre VIII est consacré aux *débuts de la télégraphie sans fil* et aux premières expériences; le chapitre IX à l'*étude des différents détecteurs d'ondes*, cohéreur, bolomètre, détecteur thermo-électrique, électrolytique, magnétique et à vide. Dans le chapitre X est développée l'étude générale de la *syntonisation*, des phénomènes en jeu dans les antennes et de l'accouplement de celles-ci avec des circuits oscillants; ce chapitre contient également la description des différents ondamètres et l'examen de quelques dispositifs de syntonisation. Dans le chapitre XI, l'auteur montre les *progrès de la télégraphie sans fil* en passant en revue les travaux des différents expérimentateurs et les dispositifs adoptés par eux; enfin, dans le chapitre XII, il indique l'*état actuel de la télégraphie sans fil*, en expliquant les dispositifs employés dans les postes ouverts au service public et en décrivant l'installation de quelques stations radiotélégraphiques de grande puissance.

Tout cela est résumé dans un exposé limpide et bien proportionné.

Cet ouvrage constitue plus qu'une vulgarisation ordinaire, car il est écrit avec une compétence réelle, par un ingénieur qui a été lui-même un expérimentateur, et on voit aisément que, s'il est obligé de se borner pour ne pas dépasser le cadre élémentaire qu'il s'est tracé, l'auteur a beaucoup lu et sait lui-même beaucoup plus de choses qu'il n'en apprend à ses lecteurs; on peut dire qu'il condense sous une forme facilement accessible à tous, des idées vraiment scientifiques, et guidées par une méthode scientifique.

Peut-être pourrait-on lui faire l'objection que comportent, en général, les ouvrages de ce genre: que ceux-là seuls qui ont déjà des notions sérieuses sur l'électricité peuvent en tirer tout le profit possible et une connaissance durable, et que des chapitres introductifs sur l'induction et les phénomènes généraux de l'électromagnétisme leur paraîtront inutiles; mais on peut aussi répondre que ces chapitres présentés sous une forme très claire, confèrent au livre l'avantage de s'adresser à une classe de lecteurs qui sans eux ne le lirait pas ou devrait s'adresser à d'autres ouvrages pour l'étude de ces généralités.

Or, il est bien préférable de lire, à cet effet, un traité sérieux, plutôt que les ouvrages de vulgarisation rédigés hâtivement, si nombreux à l'heure actuelle.

D'ailleurs, ce livre n'est pas un manuel descriptif, ni une encyclopédie, qui décrive les nombreux appareils proposés jusqu'à ce jour, mais une *introduction* attrayante, claire et parfaitement technique à un sujet, qui est souvent peu accessible aux électriciens non spécialistes.

A ce titre, je ne connais pas actuellement d'autre ouvrage qui puisse mieux les mettre au courant et les préparer éventuellement à approfondir le sujet dans les ouvrages spéciaux ; je ne doute donc pas qu'il ne conquière rapidement, dans les milieux techniques et même parmi les gens du monde instruits et curieux, un légitime succès.

A. Blondel.

***Dr J. Frick's Physikalische Technik*** (Traité de physique technique du Dr **J. Frick's**), 7e édition revue et augmentée par le Dr **O. Lehmann.** Tome II, première partie. — 1 vol. gr. in-8, de 762 pages, avec 1443 figures et trois planches hors texte. — Friedr. Vieweg und Sohn. éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 20 marks ; relié, 22 marks.

Le but de cet ouvrage dont les premiers volumes ont paru en 1904 et 1905 (1), est de servir de manuel pour les conférences expérimentales et pour l'établissement et la construction d'appareils de démonstration aussi simples que possible. Le présent volume traite à ce point de vue spécial l'Électrostatique et l'Électromagnétisme. L'on n'y trouve pas cependant que des renseignements d'ordre purement pratique, mais également quelques démonstrations, en général très simples et très claires, des lois et principes fondamentaux.

Il semble toutefois que l'on puisse faire une légère critique.

Parmi les nombreux modèles de machines présentés, certains n'offrent plus qu'un intérêt rétrospectif et ne peuvent guère donner une idée claire de l'état actuel de l'Électrotechnique. Nous avons, d'ailleurs, remarqué souvent, chez les fabricants d'appareils de physique, une tendance à conserver les vieux modèles, même dans la construction de nouvelles séries. Notamment, en ce qui concerne les modèles de dynamos ou moteurs, les types tels que l'ancienne machine Edison (avec inducteurs de longueur très exagérée et d'une section beaucoup trop faible), voire même les vieux moteurs à solénoïdes ou à palettes, Page ou Froment, etc., sont toujours reproduits et construits fidèlement.

Cette critique ne s'adresse donc pas directement au traité de physique technique du Dr Frick qui est susceptible de rendre de grands services aux professeurs de physique et aux étudiants.

E. B.

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome XL, 3 septembre 1904, page CXX, et tome XLV, 30 décembre 1905, page CLV.

***Die elektrische Wellentelegraphie.*** — Einführung in die Theorie und Praxis. — (La télégraphie sans fil. — Introduction à l'étude théorique et pratique), par **O. Arendt.** — 1 vol. in-8 de 169 pages avec 139 figures et 1 planche hors texte. — Fried. Vieweg und Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 6 marks ; relié, 7 marks.

Les traités s'occupant de télégraphie sans fil sont déjà fort nombreux à l'heure actuelle et leur nombre va sans cesse en s'augmentant. En fait, nous ne saurions nous plaindre d'une telle abondance, car le sujet a un intérêt théorique et pratique bien suffisant pour la justifier, et, d'autre part, ces livres s'adressent à des catégories de lecteurs bien différentes.

Depuis les traités forts complets de Fleming et autres, jusqu'aux traités de vulgarisation, l'échelle en est fort étendue ; cependant, nous croyons que le livre de M. Arendt ne fait double emploi avec aucun des livres parus. Il s'adresse plus particulièrement à ceux qui, sans avoir fait des études approfondies, ont cependant quelques notions de mathématiques et de physique. Les calculs sont d'ailleurs réduits au minimum, et toujours élémentaires ; en outre, quelques oscillogrammes donnent une idée claire des courants amortis. Enfin, la documentation est très sérieusement faite, et permet de se rapporter ultérieurement aux études originales plus complètes ; l'on peut seulement regretter peut-être que l'auteur se soit limité à ne guère citer que les auteurs et inventeurs de sa nationalité.

En terminant, une légère remarque sur le mot « Wellentelegraphie » que l'auteur préfère au terme « Radiotelegraphie » [adopté par la conférence internationale de Berlin en 1906], comme indiquant mieux la caractéristique de ce nouveau mode de communication ; l'assemblage d'un mot allemand et d'un terme français tiré du grec ne nous paraît pas des plus heureux, et nous ne partageons pas l'avis de l'auteur sur ce point.

J. B.

***Annuaire Marchal de chemins de fer et des tramways.*** — 1 vol. gr. in-8 raisin de 1392 pages. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris. — Prix : cartonné, 10 francs.

La vingt-deuxième édition de cette publication

annuelle recevra certainement un accueil favorable des ingénieurs de la spécialité. Comme on le sait, cet ouvrage ne donne pas seulement les détails très complets sur chaque compagnie, y compris les réseaux d'intérêt local et les tramways, mais encore des renseignements d'ordre général très précieux. Un historique des réseaux, bien documenté, donne d'ailleurs un grand intérêt à la lecture.

Cet annuaire nous a permis de constater que la traction électrique devient de plus en plus répandue, et nous espérons pouvoir en enregistrer l'année prochaine de nouvelles applications.

P. S.

## VOLUMES REÇUS

***Experimentaluntersuchungen über die Selbstinduktion in Nuten gebetteter Spulen bei hoher Frequenz,*** par le Dr **Hermann Niebuhr.** — 1 volume in-8 de 59 pages avec 23 figures. — Julius Springer, éditeur, Berlin. — Prix : broché, M. 1,60.

***Traité complet d'Analyse chimique appliquée aux essais industriels,*** par **J. Pst** et **B. Neumann.** — 1 volume in-8 de 202 pages avec 99 figures. — A. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : broché, 6 francs.

***Lehrbuch der Elektrotechnik,*** par Dr **Johs, J.-C. Müller.** — 1 volume in-8 de 442 pages et 425 figures. — Friedr. Vieweg und Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, M. 6,40 ; relié, M. 7.

***Die Elektrizität als Wärmequelle,*** par le Dr **Friedrick Schoenbeck.** — 1 volume in-16 de 100 pages avec 53 figures. — Dr Max Janecke, éditeur, Hanovre. — Prix : broché, M. 1,60 ; relié, M. 2.

***Handbuch für den Bau und die Instandhaltung der Oberleitungsanlagen elektrischer Bahnen,*** par **Arthur Ertel.** — 1 volume in-16 de 336 pages avec 294 figures et 2 planches hors texte. — Dr Max Janecke, éditeur, Hanovre. — Prix : broché, M. 4,20 ; relié, M. 5.

***Lezioni di Elettrotecnica.*** T. I. Produzione dell' Energia elettrica, par **L. Lombardi.** — 1 volume in-8 raisin de 555 pages avec 124 figures. — F. Giannini et Figli, éditeurs, Naples. — Prix : les 2 volumes, T. I et II, reliés, 40 francs.

***Lezioni di Elettrotecnica.*** T. II. Transformazione, Distributione ed Utilizzazione dell' Energia elettrica, par **L. Lombardi.** — 1 volume in-8 raisin de 566 pages avec 85 figures. — F. Giannini et Figli, éditeurs, Naples. — Prix : les 2 volumes T. I et II, reliés, 40 francs.

## ERRATA

Dans l'étude intitulée « Influence des amortisseurs sur les oscillations des alternateurs en parallèle », par F. Emde, *Éclairage Électrique,* tome LIII, n° 43, 26 octobre 1907, page 123, le lecteur est prié de lire *forcées* au lieu de *amorties,* à la 4e ligne de la 2e colonne.

* * *

Dans l'article intitulé « Séparation des pertes dans les machines asynchrones », par G. Linke, publié dans l'*Éclairage Électrique* du 2 novembre 1907, tome LIII, n° 45, page 201, la figure 6 doit subir une rotation de $\frac{\pi}{2}$ dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, et les indications doivent être rectifiées comme le montre la figure ci-contre.

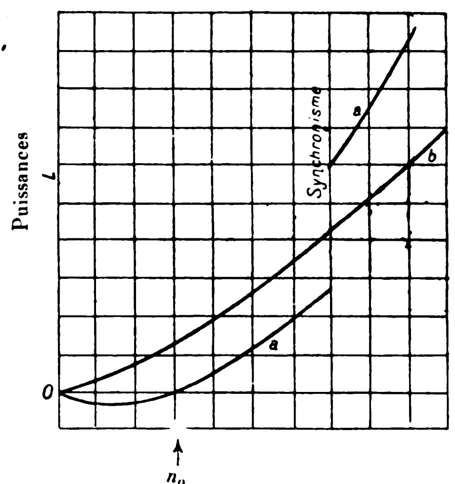



Fig. 6. — Courbes des diverses puissances sur l'arbre en fonction de la vitesse.

CHARTRES — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT. *Le Gérant :* J.-B. Noirt.

Tome LIII. Samedi 23 Novembre 1907. 14e Année. — N° 47.

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



# LES NOUVELLES POMPES TURBINES

Les pompes turbines doivent leur développement à l'électricité qui, par l'emploi de moteurs à grande vitesse, se prête tout particulièrement à la commande de ces pompes. Les efforts qui ont été faits en vue de commander directement les pompes à mouvements alternatifs par des moteurs électriques conduisirent soit à des combinaisons mécaniques bruyantes, peu pratiques et compliquées, soit, en accouplant l'arbre à manivelles de la pompe avec l'induit du moteur, à un compromis dans lequel il n'était possible ni au moteur, ni à la pompe, de faire preuve de leurs qualités respectives. C'est pourquoi l'on s'efforça de réaliser des pompes rotatives à commande directe permettant de supprimer ces divers inconvénients. Il était bien certain, cependant, qu'avec cette disposition les grands rendements mécaniques des pompes à mouvements alternatifs ne pourraient pas être atteints, mais d'une façon générale on se montra prêt à subir une faible perte de rendement, s'il était possible par ailleurs de réaliser pleinement les autres avantages de la pompe rotative, c'est-à-dire : la facilité extraordinaire avec laquelle on peut accoupler ces pompes avec des moteurs électriques à grande vitesse, le peu d'encombrement, la simplicité des organes, la complète régularité du débit et l'uniformité de la pression, la grande sécurité de marche et la suppression de chambres à air volumineuses et peu commodes.

Le nouveau problème était celui-ci : la pompe centrifuge avec laquelle on avait déjà, depuis quelque temps obtenu des rendements très satisfaisants quand il s'agissait de débits très importants à réaliser à des hauteurs variant entre 3 et 5 mètres, devait être modifiée de manière à donner un rendement économique en refoulant à une plus grande hauteur

d'élévation avec des vitesses d'entraînement plus élevées. Ce problème fut résolu d'une façon satisfaisante, en profitant de l'expérience acquise dans la construction des turbines à eau, et conduisit à l'adoption de roues ou mieux d'aubes directrices, ainsi qu'à la construction à étages multiples.

La différence principale dans le fonctionnement d'une pompe centrifuge comparé avec celui d'une pompe à mouvements alternatifs, est qu'aux vitesses réduites, le débit est réduit proportionnellement, tandis que la hauteur de refoulement diminue suivant le carré de la vitesse.

L'on peut appliquer cette propriété particulière au refoulement des liquides sur de longues distances horizontales par des tuyaux de diamètre restreint (le transport des pétroles par exemple). Dans ce cas, la seule résistance entrant en considération pour la pompe est la perte de charge dans la conduite, laquelle, comme on le sait, varie suivant le carré de la vitesse. Une pompe centrifuge appliquée à ce service travaillera à toutes les vitesses avec un rendement à peu près constant. Dans la plupart des installations, cependant, et spécialement à cause de l'application prédominante des moteurs électriques à courants triphasés pour la conduite des pompes centrifuges, la condition d'une vitesse uniforme de rotation doit être réalisée. S'il s'agit, par exemple, de refouler un débit constant à une hauteur de refoulement constante, comme ceci se rencontre fréquemment (service de distributions d'eau, services de réservoirs, installations d'épuisement de mines) la pompe centrifuge, ou, comme on l'appelle quand elle est construite avec des aubes directrices, *la pompe turbine* peut être appliquée avec avantage. Si le débit doit être modifié, nous avons deux moyens pour y arriver. L'un consiste à disposer un certain nombre d'éléments en parallèle, chacun d'eux étant construit pour une capacité donnée à une vitesse donnée ; il est possible alors de modifier suivant les besoins, jusqu'à concurrence de la totalité, le nombre des éléments et par conséquent le débit. Cette disposition, toutefois, n'est pas très pratique, et si l'on veut avoir un fonctionnement économique, on doit prendre soin de ne pas faire tourner les éléments inactifs ou, tout au moins, de ne pas les faire tourner dans de l'eau au repos, car ceci amènerait rapidement une diminution sensible du rendement. Le second moyen est préférable : il consiste à employer la même pompe sans modification et à effectuer la variation du débit par une variation correspondante de la charge au refoulement. Ce résultat est obtenu en intercalant un robinet-vanne à l'origine de la conduite de refoulement ; on comprendra facilement que si l'on ouvre ce robinet, le débit se trouvera augmenté, et si au contraire on l'étrangle, le débit sera diminué. Par ce procédé, toutefois, le rendement se trouve quelque peu modifié, d'une part à cause de l'étranglement du robinet, lequel provoque une perte de charge plus ou moins grande, d'autre part, à cause de l'efficacité des propulseurs et des aubes directrices forcément différente pour des débits divers. L'expérience a pourtant montré que l'on peut diminuer le débit suffisamment sans altérer le rendement d'une manière très sensible, circonstance qui a permis d'étendre considérablement le champ d'application des pompes turbines. Pour éclaircir ce point, nous dirons qu'avec une modification d'environ 10 °/₀ dans le rendement mécanique, on peut obtenir une variation de 80 à 120 °/₀ du débit pour lequel la pompe est construite. Cette variation offre une marge suffisante pour pouvoir s'appliquer à la majorité des cas.

Il est plus difficile cependant d'obtenir une modification économique de la charge, si la vitesse et le débit doivent demeurer constants, car ce but ne peut être atteint que par la disposition à plusieurs étages avec un nombre d'éléments propulseurs correspondant à la hauteur maxima requise. Toute modification de la hauteur sera donc obtenue en faisant travailler seulement le nombre de propulseurs correspondant au chiffre désiré. On doit

toutefois établir une différence entre cette disposition et celle mentionnée plus haut pour la modification du débit. Pour cette dernière on peut considérer chaque étage comme une pompe distincte et entièrement complète refoulant un volume d'eau déterminé dans une conduite unique : *c'est le fonctionnement en parallèle*. La première disposition est tout autre ; l'ensemble des étages ne constitue qu'une pompe, chaque étage correspondant à une hauteur ou pression déterminée ; cette hauteur multipliée par le nombre d'éléments correspond à une charge donnée ; *c'est le fonctionnement en série*.

L'importance des rendements pour les pompes-turbines dépend évidemment en première ligne de l'expérience, de l'habileté et du soin du constructeur, des angles d'entrée et de sortie d'eau, de la forme attribuée aux conduits intérieurs des propulseurs et aux aubes directrices, de la longueur et de la direction des parcours intérieurs, toutes questions sur lesquelles les maisons de construction qui s'occupent de ce genre de pompe gardent, pour des raisons faciles à comprendre, la discrétion la plus absolue. En seconde ligne et dans la même mesure, le rendement d'une pompe-turbine dépend de la précision dans l'exécution. De légères erreurs dans la direction des angles, un déplacement insignifiant du noyau dans la fonte des propulseurs, des différences sans importance apparente dans leur diamètre, des surfaces intérieures trop rugueuses, etc. peuvent influencer le rendement d'une manière considérable. Ce serait une illusion de croire qu'il est possible de produire des pompes-turbines susceptibles d'un bon rendement et surtout d'une efficacité satisfaisante et durable avec une main-d'œuvre à bon marché, partant des appareils d'un prix exagérément réduit. On peut ajouter, bien que l'expérience de toutes les autres catégories de machines ait démontré ce fait depuis longtemps, que le rendement des pompes-turbines croît avec la puissance. On peut admettre un rendement de 60 % avec une pompe-turbine effectuant un travail correspondant à 5 chevaux, un rendement de 80 % sera bientôt dépassé pour une puissance de 100 chevaux et pour des unités de plusieurs centaines de chevaux on peut compter sur un rendement de 85 %, spécialement quand il s'agit de gros débits. Ces chiffres doivent s'entendre évidemment pour la totalité du refoulement, c'est-à-dire, y compris la légère perte de charge qui se produit dans la plupart des cas par l'étranglement partiel du robinet-vanne de décharge ; ils sont par conséquent à réduire suivant les circonstances, de 2 à 5 %, si l'on doit faire une comparaison utile avec une pompe à pistons, ou plutôt à mouvement alternatif.

La mesure précise de la hauteur de refoulement est une nécessité absolue pour les pompes-turbines, même si l'on peut parfaire cette hauteur, quand la pompe est installée, avec un étranglement partiel de la vanne de réglage. En effet, s'il se produit une erreur d'estimation dans cette mesure, cette erreur peut souvent avoir pour conséquence que, par exemple, quand la pompe est mise en marche à sa vitesse normale, vitesse qui dans bien des cas ne peut être modifiée, l'eau est refoulée jusqu'à une hauteur très voisine de la hauteur demandée, mais non suffisante. On doit prendre également en considération la diminution de débit provenant de l'usure qui doit inévitablement se produire après un certain temps de marche, d'où diminution de la vitesse à l'orifice de décharge ainsi que de la hauteur de refoulement, en un mot, du rendement. C'est au constructeur qu'il appartient évidemment d'apprécier avec toute la sûreté désirable ces différentes considérations et de déterminer ses appareils de telle façon que la hauteur réelle d'élévation soit toujours atteinte, tout en laissant libre un certain coefficient de sécurité. En outre, la vitesse choisie joue également un rôle important ; une pompe déterminée pour refouler 1 mètre cube par minute à 100 mètres de hauteur donnera par exemple un meilleur rendement si elle est construite pour fonctionner à la vitesse de 2 000 tours, plutôt qu'à celle de 1 000 tours par minute.

Dans le premier cas, en effet, non seulement les conduits intérieurs seront considérablement plus courts, mais les surfaces de frottement offertes seront aussi plus petites ; cette remarque s'applique aussi bien à celles qui servent au guidage des filets liquides qu'à celles qui servent à imprimer à l'eau la vitesse centrifuge nécessaire, et à celles qui se déplacent dans l'eau stagnante contenue dans certaines parties de la pompe. On comprend donc que l'aptitude naturelle de la pompe-turbine à la commande par moteur électrique se trouve devenir une condition essentielle pour l'obtention d'un bon rendement. Enfin, ce qui n'est pas aussi évident à priori, le rendement croît également avec le nombre des étages d'une pompe ; pourtant un examen plus approfondi de la question le fera comprendre aisément. En effet, d'une façon générale, et pour des considérations de construction, les arbres sont construits, pour une catégorie de propulseurs, avec un diamètre uniforme ; il s'en suit que les résistances passives dues aux frottements et provoquées par la garniture dans les boîtes à étoupes, sont proportionnellement moindres pour les pompes-turbines à étages multiples munies de plusieurs propulseurs. L'expérience a également montré que le propulseur monté du côté de l'aspiration est d'un rendement mécanique inférieur à ceux qui se trouvent placés du côté du refoulement ; par conséquent, plus le nombre d'étages sera élevé dans une pompe, plus l'influence sur le rendement général du propulseur monté du côté de l'aspiration sera faible.

D'une manière générale, on se faisait, jusqu'à ces derniers temps encore, une idée imprécise de l'efficacité de la disposition à étages multiples, parce qu'on admettait, par comparaison avec les installations de pompes ordinaires étagées, que le produit des rendements de chaque propulseur ou étage devait donner le rendement général. Il en découlait naturellement un jugement très peu favorable à l'emploi de la disposition à étages multiples pour les pompes centrifuges. L'on conçoit clairement qu'il n'en est pas ainsi ; si l'on doit refouler à une hauteur totale de 100 mètres, par exemple, au moyen de 5 étages, chacun n'a par conséquent à vaincre qu'une charge de 20 mètres ; comme chaque propulseur possède, sous la charge pour laquelle il a été calculé, un certain rendement commun à tous les propulseurs construits dans les mêmes conditions, la charge totale de refoulement devra par conséquent être obtenue avec ce rendement.

Les problèmes pratiques envisagés dans la construction des pompes-turbines, sont en général les mêmes que pour les autres catégories de pompes. Avant tout, il faut obtenir une grande accessibilité, à cause de la nécessité qu'il y a de débarrasser la pompe, de temps à autre, des corps étrangers qui peuvent y pénétrer, de la nettoyer et de remplacer les pièces usées. En ce qui concerne les corps étrangers tels que morceaux de bois, chiffons, pierres, etc..... on essaie toujours, même pour les pompes à pistons, de trouver des dispositifs de construction rendant ces corps étrangers inoffensifs.

Toutefois, un organe comme un clapet de pompe, par exemple, doit forcément mal fonctionner si un corps étranger vient se loger entre le clapet et son siège ; tout ce que peut faire le constructeur, c'est de choisir ses matériaux et de proportionner les divers organes de telle façon que, si un dérangement vient à se produire dans le fonctionnement, aucun bris ne soit à redouter, et de disposer les organes de retenue en nombre suffisant pour que le dérangement de l'un d'eux n'altère pas le rendement général de la pompe d'une façon sensible. Dans tous les cas, il est plus sûr et plus logique d'empêcher les corps étrangers de pénétrer dans la pompe de quelque type qu'elle soit.

L'expérience a démontré que l'installation d'une crépine d'aspiration ordinaire avec des trous plus ou moins petits, ne remplit ce but que d'une façon très imparfaite. Toute crépine d'aspiration placée sous l'eau doit, si elle a un fonctionnement effectif, s'obstruer avec le

temps et diminuer ainsi la capacité d'aspiration de la pompe. Le nettoyage sous l'eau est impossible, et l'expulsion par de l'eau sous pression n'est efficace que pour très peu de temps, car le courant de l'eau aspirée par la pompe ramène rapidement dans la crépine d'aspiration les impuretés expulsées. Si l'on veut enlever la crépine, on est obligé de démonter la tuyauterie. D'autre part les crépines doubles, disposées concentriquement avec mécanisme de levage, ne sont guère plus efficaces. Si au lieu de monter la crépine à la base de la conduite d'aspiration on la place, par exemple, au-dessus du niveau de l'eau dans le bassin d'aspiration, on peut au moins la démonter pendant un arrêt de la pompe, la remplacer par une autre en très peu de temps et la nettoyer convenablement jusqu'à ce que son emploi soit requis de nouveau. Cette disposition de crépine, avec installation d'un clapet de pied monté entre cette dernière et la pompe pour faciliter l'aspiration, n'est pas encombrante et nous l'avons employée ces dernières années d'une manière presque générale. Il est encore mieux, mais toutefois quelque peu plus compliqué, de placer deux crépines dans la conduite d'aspiration; l'une ou l'autre peut, pendant la marche, être mise en fonctionnement, ou isolée, de sorte qu'une crépine propre peut toujours être mise en fonctionnement sans interruption dans le service. Nous avons employé une disposition semblable très pratique montrée par le dessin ci-joint (fig. n° 1). Dans une enveloppe en fonte se trouvent deux chambres accessibles par des regards disposés à cet effet. Chacune d'elles contient une crépine en forme de chapeau et peut être isolée par des tiroirs spéciaux. Chaque tiroir est tiré à fond de course par des vis disposées convenablement et manœuvrées de l'extérieur. Il est maintenu dans cette position par un bloc en fonte en forme de cale et rendu étanche par la pression de l'eau.

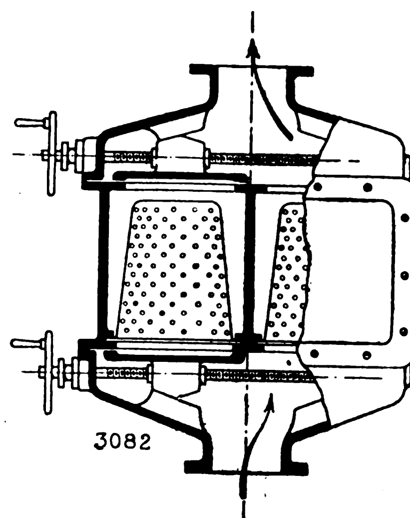


Fig. 1. — Boîte Merrill à double crépine.

Si l'on compare la possibilité de l'irruption de corps étrangers dans une pompe, en même temps que la facilité avec laquelle ces derniers peuvent s'y maintenir, on trouvera que, d'une façon générale, elles sont plus grandes avec la pompe-turbine qu'avec la pompe à pistons; en effet, étant donnée la grandeur usuelle des propulseurs (le diamètre est d'environ 200 jusqu'à 250 millimètres et l'épaisseur de 8 à 10 millimètres à la périphérie), il y a un plus grand nombre d'infractuosités susceptibles de retenir les corps étrangers. A ceci vient s'ajouter qu'un corps étranger n'a que deux fois un clapet à traverser dans une pompe à pistons (le clapet d'aspiration et celui de refoulement), tandis que, suivant les cas, une pompe-turbine peut avoir de 1 à 12 propulseurs et même davantage. Aussi la pompe-turbine sera-t-elle atteinte dans son rendement au moins autant, sinon davantage, qu'une pompe à pistons. Dans le but de procéder au nettoyage d'une pompe-turbine, on doit démonter entièrement la pompe; c'est pourquoi, il est de la plus grande importance que cette pompe soit facile à démonter et à remonter. Les pompes dans lesquelles les propulseurs, les aubes de direction d'eau, les cloisons intérieures et autres parties sont enfermées dans une enveloppe venue d'une seule pièce, présentent à ce point de vue des inconvénients très graves. Les différentes parties de la pompe se rouillent bientôt et adhèrent les unes aux autres, de sorte que, pour les séparer, il est nécessaire d'employer les plus grands efforts.

La construction en différentes parties, adoptée par exemple par la société Worthington, est

préférable, et l'enveloppe est divisée en plusieurs anneaux concentriques qui sont ensuite boulonnés ensemble. Seules les pompes concentriques à simple propulseur, et sans dispositif de direction d'eau, établies pour refouler de grandes quantités d'eau à des hauteurs très peu importantes, laissent passer sans trop d'inconvénients les corps étrangers, sauf en ce qui concerne l'orifice annulaire d'aspiration ; aussi ce dernier doit-il être établi en matériaux très durs, très résistants et de première qualité.

On craignait également, peut-être même d'une façon exagérée, l'influence du sable sur les pompes-turbines. Le sable est naturellement très nuisible, comme d'ailleurs pour les pompes à pistons, toutefois il s'attaque principalement aux cloisons intérieures et aux boîtes à étoupes du côté du refoulement, lesquelles doivent, de ce fait, être garnies fréquemment ; il s'attaque par contre très peu aux propulseurs et aubes de direction d'eau. Ceci est facile à comprendre, si l'on considère que dans une pompe-turbine, bien construite et d'un bon rendement, il n'y a ni production de choc, ni changement brusque de direction ou de vitesse. Cela étant, le sable qui suit le parcours des filets liquides ne peut évidemment frapper les parois métalliques, ni produire d'attaques partielles des matériaux. Les eaux dures que l'on rencontre souvent dans les exploitations minières, forment quelquefois un dépôt sur les parois intérieures des pompes-turbines, et celui-ci diminue le rendement par les frottements et le rétrécissement des sections de passage qu'il occasionne.

Les soins à apporter dans la mise en marche et le fonctionnement d'une pompe turbine sont très réduits. Avant tout, on doit faire attention de ne jamais laisser marcher la pompe sans eau, car cela pourrait amener l'échauffement rapide des pièces intérieures de la pompe, la flexion de l'arbre et le bris des cloisons intérieures. Une instruction relative à cette question doit être placée bien en vue du personnel chargé de la conduite d'une pompe turbine. Avant la première mise en marche, on doit remplir la pompe d'eau et disposer une tuyauterie d'amorçage pour la mise en marche journalière. On doit prévoir également un clapet de pied dans la conduite d'aspiration, un purgeur d'air sur chacune des enveloppes des propulseurs, enfin, des purgeurs d'eau à la partie inférieure pour pouvoir opérer la vidange après l'arrêt, de façon à éviter tout dommage pouvant résulter de la gelée. Il est nécessaire en outre de disposer un clapet de retenue dans la conduite de refoulement, ou un robinet vanne, ou même encore les deux. La pompe sera mise en marche avec le robinet vanne fermé qu'on ouvrira progressivement ensuite dès que la pompe aura atteint sa vitesse normale. Avec les moteurs à courant continu, on peut mettre la pompe en marche avec le robinet vanne entr'ouvert. Des soupapes de sûreté sont inutiles, car pour un nombre de tours donné, une pression déterminée au refoulement ne peut jamais être dépassée. Cette circonstance rend la mise en marche de la pompe simple, presque sans danger et représente un des plus grands avantages pratiques des pompes turbines. Cet avantage a une très grande importance pour certains services et, en particulier, pour les pompes fonctionnant d'une façon intermittente, comme les pompes à incendie et les pompes pour presses hydrauliques. L'installation d'un manomètre et d'un indicateur de vide est indispensable. Pendant le fonctionnement, le seul point dont il y aura lieu de s'occuper sera le graissage des paliers et des boîtes à étoupes ; ce graissage doit être continu et, pour cette raison, il sera préférable de placer sur les boîtes à étoupes des graisseurs à compression.

Les pompes turbines employées actuellement sont presque exclusivement des pompes radiales sans différences fondamentales en ce qui concerne le principe général de fonctionnement. Leurs caractères distinctifs consistent principalement dans les procédés employés pour annuler la réaction axiale engendrée par la rotation de la pompe ou, tout au moins, pour empêcher qu'elle ne nuise au fonctionnement de la pompe. Les figures 2 à 6 montrent

comment la réaction axiale est engendrée et comment on a essayé de l'équilibrer. La figure 2 montre une pompe centrifuge ordinaire telle qu'elle était encore construite il y a quelques années, avec double orifice d'aspiration. Comme la construction de cette pompe est entièrement symétrique, il ne peut pas se produire théoriquement une réaction axiale; cependant cette forme de pompe est très peu applicable pour la disposition à plusieurs étages. La figure 3 montre une pompe munie d'un propulseur construit avec orifice d'inspiration dirigé d'un seul côté; du côté opposé on a disposé une chambre étanche mise en communication avec le tuyau d'aspiration. Si les deux côtés du propulseur sont de même diamètre,

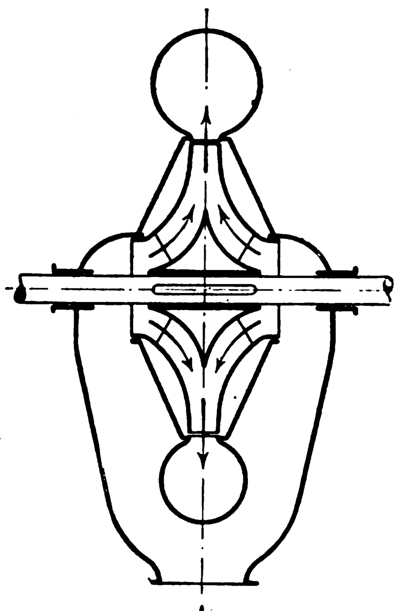


Fig. 2. — Pompe centrifuge ordinaire d'ancienne construction avec double orifice d'aspiration.

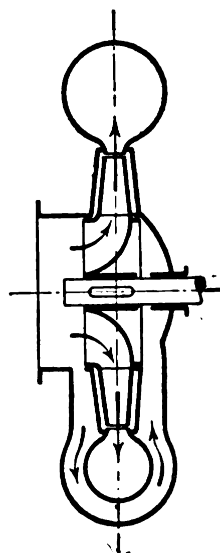


Fig. 3. — Pompe centrifuge avec orifice d'aspiration unique.

il ne peut pas se produire de réaction axiale venant de l'aspiration. Par contre, il se produit une pression dans la direction de l'axe de la pompe, provenant de la déviation des filets liquides entrant dans le propulseur suivant une direction axiale et sortant suivant une direction radiale; il est vrai que cette pression axiale pourrait aussi être équilibrée en établissant le propulseur avec des surfaces de réaction différentes, mais cette forme de construction n'est pas non plus favorable à la disposition à plusieurs étages. Le canal de communication de la figure 3 peut être remplacé d'une manière beaucoup plus simple par des ouvertures dans la paroi du propulseur, entre l'arbre et l'anneau étanche arrière, et de cette façon, la construction à plusieurs étages est parfaitement possible. On a fait usage de cette particularité dans la pompe turbine Worthington, ainsi qu'il est représenté schématiquement sur la figure 4. Un autre moyen d'équilibrer cette réaction axiale avec propulseurs simples, c'est-à-dire travaillant dans une seule direction, consiste lorsqu'il s'agit de pompes à étages multiples, à claveter sur l'arbre la moitié des propulseurs produisant leur réaction dans un certain sens et l'autre moitié en sens contraire; leurs effets s'équilibrent alors. Ce but sera atteint si les propulseurs de réaction contraire sont calés ensemble par paires comme dans les pompes centrifuges Sulzer à haute pression représentées schématiquement par la figure 5. Cette disposition a toutefois le désavantage pour le constructeur qu'il est indispensable, quelle

que soit la hauteur à laquelle il s'agit de refouler, d'employer un nombre pair de propulseurs Cette disposition a un autre désavantage encore ; elle oblige en effet l'eau à suivre un parcours des plus compliqués. Une autre méthode est encore indiquée sur la figure 6 repré-

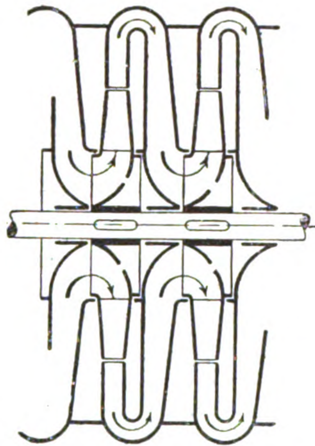


Fig. 4. — Schéma des pompes Worthington et Jaeger

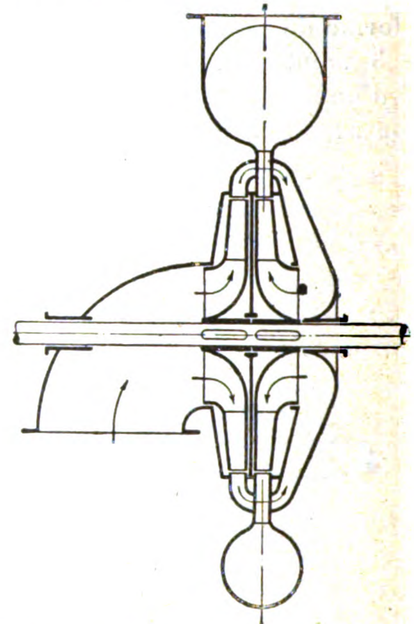


Fig. 5. — Schéma de la pompe Sulzer.

sentant une pompe turbine Rateau. Dans ce type de pompe l'ensemble des propulseurs simples est disposé dans le même sens et on a donné aux parois circulaires de chaque propulseur des diamètres différents, de façon que la paroi du côté de l'aspiration ait un

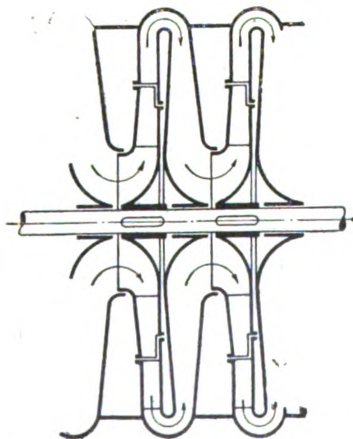


Fig. 6. — Schéma de la pompe Rateau.

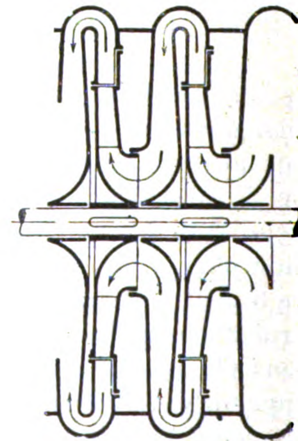


Fig. 7. — Schéma de la pompe Lang.

plus grand diamètre. On s'est efforcé d'obtenir l'équilibrage des pièces en mouvement de la même manière dans la pompe de Lang, avec cette différence pourtant que, dans cette dernière pompe, les aubes intérieures des propulseurs s'arrêtent à la périphérie du côté ayant le plus petit diamètre contrairement à la pompe Rateau dans laquelle la partie laissée

libre du côté du grand diamètre du propulseur sert de cloison de séparation pour les appareils de direction d'eau.

Enfin la figure 8 montre la pompe centrifuge de Kugel-Gelpcke. Dans cette pompe la réaction axiale produite à l'entrée de chaque propulseur paraît être en grande partie équilibrée par la pression de réaction exercée par les aubes de propulseur qui, dans cette pompe, dirigent l'eau axialement, et la pression de l'eau dormante, dans la chambre de la pompe, est à peu près équilibrée par la différence de diamètre des surfaces d'appui.

L'efficacité des dispositifs d'équilibrage montrés par les figures 6 à 8, opposant des surfaces différentes aux pressions qui se manifestent dans la pompe, n'est pas facile à évaluer car, avec des diamètres différents, il se produit des pressions différentes dont il est impossible de mesurer l'étendue. Quelque soigneux et prévoyant que le constructeur ait été pour l'équilibrage des réactions axiales, ces dernières se produisent néanmoins en marche parce qu'il n'est pas possible, si précise qu'ait été la construction, de conserver l'étanchéité des joints intérieurs; par conséquent, à l'usage, des fuites se produisent inévitablement. Par exemple, dans la figure 4, si un des joints intérieurs d'une des roues est moins étanche que les autres, il se produit une contre-pression dans la chambre située entre ce propulseur et la cloison des conduits directeurs d'eau, contre-pression agissant vers la gauche de la figure. Si faible que soit cette contre-pression, la grandeur des surfaces sur lesquelles elle agit lui donne une importance très sensible. Comme on ne peut prévoir à priori qu'un ou plusieurs des joints fuira, pas plus que la grandeur de cette fuite, il se produit une réaction axiale dont on ne peut déterminer l'importance ni la direction. On doit donc, par une construction convenable des paliers de l'arbre de la pompe, faire en sorte, que cette réaction reste sans effet. Dans ce but on dispose soit un palier de butée comme ceux employés dans la marine, soit un palier de butée à billes. Les premiers ont donné plus de satisfaction à l'usage moyennant une construction particulièrement soignée, une circulation d'eau convenable et une circulation forcée du fluide employé pour le graissage. Quelques constructeurs ont également essayé de disposer dans des chambres séparées des pistons sur les faces desquels on pourrait faire agir une pression réglable dans le but d'obtenir un équilibrage aussi parfait que possible ; toutefois, en raison des fuites accidentelles signalées ci-dessus, ce procédé ne paraît pas digne de confiance.

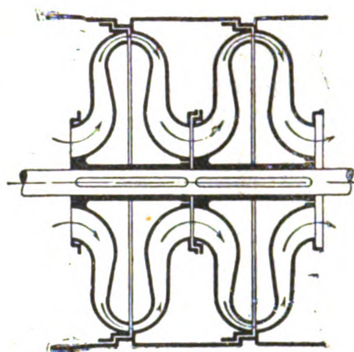


Fig. 8. — Schéma de la pompe Kugel-Gelpcke.

D'autre part, l'expédient consistant à mettre en communication la dernière ou l'une des dernières chambres ou enveloppes de propulseur avec la surface du premier propulseur situé du côté de l'aspiration, et à exercer par ce moyen une pression tendant à l'équilibrage du système, est encore moins digne de recommandation, parce que, de ce fait, grâce aux différences de pression, on provoque des fuites très importantes des joints intérieurs de la pompe.

*(A suivre.)*

Otto H. Mueller.

# SUR L'EXPRESSION DE LA RÉSISTIVITÉ ÉLECTROLYTIQUE ET SES CONSÉQUENCES *(Suite)* (¹).

On voit par là que la résistance d'un certain nombre de files d'ions parallèles est celle d'un arc multiple composé de $\frac{S}{(r+r') \times \varepsilon_{moy}}$ conducteurs tous semblables, ce que l'on pouvait prévoir par simple bon sens.

La relation précédemment établie peut donc finalement s'écrire, au moment de la polarisation de l'électrolyte :

$$E = V + k^2 \times T \times l \times \frac{I}{S},$$

E étant la différence de potentiel aux bornes de la cuve d'électrolyse.

V étant la force électromotrice de décomposition de l'électrolyte.

On retrouve ainsi la loi d'Ohm.

En multipliant les deux membres de cette égalité par l'intensité du courant I, on retrouve la loi de Joule :

$$E \times I = W = V \times I + k^2 \times T \times \frac{l}{S} \times I^2.$$

La première partie de cette puissance : $V \times I$, s'emmagasine ainsi qu'on l'a vu plus haut, par l'analyse du phénomène de l'électrolyse, dans la libération de molécules neutres possédant une énergie potentielle plus grande que celle de l'électrolyte et qui constituent le *Couple électrochimique,* que nous avons étudié antérieurement (²).

La deuxième partie de cette énergie, au contraire, effectue un travail de déplacement de points d'application de forces, qui ne s'emmagasine pas dans une forme d'énergie potentielle ; elle ne peut donc que se manifester à l'état de chaleur, cette forme dégradée de l'énergie, et nous voyons ainsi que la chaleur dégagée par le passage du courant est proportionnelle au carré de l'intensité. C'est la loi de Joule.

Ce coefficient de proportionnalité au carré de l'intensité du courant, a reçu le nom de *Résistance électrique.*

La formule précédente en donne l'expression :

$$R = k^2 \times T \times \frac{l}{S},$$

et montre la relation de ce coefficient R avec la longueur des files d'ions, pratiquement l'écartement des électrodes $l$, et la section S d'électrolyte offerte au passage du courant.

Le coefficient $k^2 \times T$ qui, par le terme $k^2$ apporté par la loi de Coulomb sur l'attraction ou la répulsion des charges électriques, et par la période de vibration T, est caractéristique du corps conducteur, a été nommé *Résistance spécifique* $\rho$, et l'on a, par définition :

$$\rho = k^2 \times T.$$

On sait que la constante d'attraction $k^2$ de la loi de Coulomb est inversement proportion-

(¹) Voir *Eclairage Electrique,* tome LXIII, 1907, page 181.
(²) Voir *Eclairage Electrique,* tome XXXIV, n° 5, 1903, page 156.

nelle au *Pouvoir inducteur spécifique* K du diélectrique considéré, de telle sorte que l'on a la relation:

$$\rho = k^2 \times T = \frac{T}{Q} = \frac{\text{Période de vibration des ions}}{\text{Pouvoir inducteur spécifique du diélectrique constituant le milieu électrolytique}}.$$

Cette expression de la résistivité électrolytique montre le rôle du diélectrique au sein duquel a lieu l'électrolyse dans la valeur de la constante $k^2$ ou K, caractéristique du milieu électrolytique, en même temps que l'intervention propre des ions dans la résistivité électrolytique par la valeur de leur période de vibration, dont nous donnerons l'expression dans une prochaine étude. On verra à ce moment le rôle de la masse propre des ions et de leur concentration sur la résistivité de l'électrolyte.

On peut vérifier les résultats trouvés plus haut par l'équation aux dimensions, qui en montrera l'homogénéité.

On sait que, dans le système électro-magnétique, une résistance électrique est homogène à une vitesse:

$$(R) = LT^{-1}.$$

Cherchons les dimensions de la pseudo-constante $k^2$ de la loi de Coulomb.

On a:

$$k^2 = F \times \frac{x^2}{q^2}.$$

Dans cette expression:

F est une force et a pour dimension: $LMT^{-2}$;

$x^2$ est le carré d'une longueur: $L^2$;

$q$ est une quantité d'électricité, et a pour dimension: $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$.

On a donc:

$$(k^2) = \frac{LMT^{-2} \times L^2}{LM} = L^2 T^{-2} = [LT^{-1}]^2.$$

Or, on a trouvé:

$$(R) = \left(k^2 \times T \times \frac{l}{S}\right) = \frac{L^2}{T^2} \times T \times \frac{L}{L^2} = LT^{-1}.$$

Ce sont bien les dimensions d'une résistance électrique.

On a de même, pour une résistance spécifique:

$$(\rho) = \left(R \times \frac{S}{l}\right) = LT^{-1} \times \frac{L^2}{L} = L^2T^{-1}.$$

On a trouvé:

$$(\rho) = (k^2 \times T) = L^2T^{-2} \times T = L^2T^{-1}.$$

Ce sont bien les dimensions d'une résistivité électrique.

On voit par cette analyse du mécanisme de l'électrolyse, comme nous l'avons déjà dit d'ailleurs un peu plus haut, le caractère additif de la force électromotrice de décomposition d'un électrolyte, et la raison pour laquelle la libération de molécules neutres n'a lieu qu'aux électrodes, dans leur voisinage immédiat, et non en un point quelconque de l'électrolyte. On a également remarqué que l'électrolyse libère aux électrodes des *molécules neutres*, et non des ions, dont l'existence isolée est inadmissible.

De plus, ce mode de libération des molécules neutres explique le fait de la valence moléculaire: la molécule d'un corps simple apparaît comme un édifice chimique provenant de la

combinaison d'ions de même espèce, ayant accidentellement reçu des charges électriques contraires, et la molécule d'un corps composé comme le résultat de la neutralisation électrique de deux ions de nature chimique différente, chargés en sens contraire par leurs chocs dans leurs vibrations simultanées.

Le rôle considérable de l'eau comme milieu électrolytique est d'un autre côté nettement mis en évidence si l'on considère la valeur élevée de sa constante diélectrique :

$$(\text{Eau} : K = 80 ; \quad \text{Air} : K = 1),$$

et l'intervention de ce facteur dans la résistivité électrolytique.

Enfin on peut étendre par analogie à la résistivité électrique les résultats trouvés pour la résistivité électrolytique, en considérant alors les électrons au lieu des ions.

*Loi électrochimique de Faraday.* — Les ions prennent une charge électrique constante, ainsi qu'il résulte de la loi électrochimique expérimentale de Faraday. Il n'est pas sans intérêt d'en rechercher la raison.

Les groupes d'ions constituent de véritables petits condensateurs électriques dont la différence de potentiel est limitée par l'auto-décharge spontanée à travers le diélectrique pour une valeur supérieure de la tension. La charge de ces ions provient d'ailleurs de leurs chocs mutuels, car ils sont de nature essentiellement différente, et l'expérience a montré depuis la plus haute antiquité, et c'est là l'origine de la découverte des phénomènes électriques par Thalès de Milet, que lorsque l'on frottait deux corps de nature différente, ils se chargeaient d'une même quantité d'électricité de nom contraire.

Or la distance explosive est pratiquement proportionnelle à la tension, ainsi qu'il résulte d'expériences connues de Warren de la Rue et de M. Mascart, principalement pour de faibles distances, et la tension limite peut ici s'écrire par conséquent :

$$v = \alpha \times [\varepsilon - (r + r')],$$

$\alpha$ étant un coefficient de proportionnalité.

D'autre part, la capacité électrostatique, dans le cas qui nous occupe, est de la forme générale :

$$c = \frac{K \times \Sigma}{4\varpi \times [\varepsilon - (r + r')]},$$

K étant le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique, et $\Sigma$ la surface du condensateur.

De telle sorte que le produit de ces deux quantités, c'est-à-dire en définitive la charge électrique de l'ion ($q = c \times v$), est indépendant de la distance des ions, et par suite constant dans un diélectrique donné.

Mais on voit par là que cette charge ne sera pas dans un gaz sec ionisé la même que dans l'eau, par suite de l'intervention de la constante diélectrique du milieu électrolytique. Cette charge électrique constante est proportionnelle au pouvoir inducteur spécifique du diélectrique, c'est-à-dire qu'elle est 80 fois plus grande dans l'eau que dans l'air, toutes choses égales d'ailleurs.

D'autre part, l'énergie emmagasinée dans un groupe d'ions a pour expression : $q \times v$, c'est-à-dire qu'elle est également proportionnelle au pouvoir inducteur spécifique du diélectrique, toutes choses égales d'ailleurs.

Donc, lorsque le pouvoir inducteur spécifique du milieu passe de la valeur 1 (gaz secs) à la valeur 80 (eau-diélectrique liquide), il y a dans l'augmentation d'énergie emmagasinée par le groupe d'ions une cause d'absorption de l'énergie mise en liberté par la condensation

de la vapeur d'eau (chaleur latente du changement d'état), et cette condensation peut dès lors se produire, entraînant le système vers un état de minimum d'énergie potentielle.

Les groupements d'ions constituent donc autant de noyaux de condensation de la vapeur d'eau dans la production du *Phénomène du brouillard.*

*Ordre de grandeur des espaces interioniques et des rayons des ions.* — Les expériences de Warren de la Rue sur les distances explosives ont donné une distance explosive de $0^{cm},02$ pour une tension de 1 000 volts.

En admettant une loi de proportionnalité et une tension entre les ions de l'ordre de 1 volt, on trouve comme distance interionique d'auto-décharge :

$$\frac{0^{cm},02}{1\,000^{volts}} = 0^{cm},000\,02,$$

c'est-à-dire de l'ordre de grandeur du dix-millième de millimètre.

On en déduit pour l'ordre de grandeur du nombre d'ions d'une seule espèce dans 1 centimètre cube:

$$\frac{1}{(0^{cm},000\,02)^3} = 125\,000\,000\,000\,000.$$

Or, par suite des lois de l'équilibre chimique, ce même centimètre cube contient un nombre égal d'ions de l'autre signe (125 trillions), des molécules neutres non ionisées en nombre comparable, et, de plus, les molécules et les électrons du diélectrique.

Il est donc intéressant de rechercher l'ordre de grandeur des dimensions propres de l'ion.

On a, d'après ce qui a été trouvé un peu plus haut, comme expression de la charge électrique d'un ion :

$$q = c \times v = \frac{\alpha \times K \times \Sigma}{4\varpi} = \frac{\alpha \times K \times 4\varpi \times r^2}{4\varpi} = \alpha \times K \times r^2,$$

en supposant l'ion sphérique, et de rayon $r$.

On a, d'autre part, d'après l'expression trouvée plus haut de la résistance électrolytique:

$$Q = I \times T = \frac{(E-V) \times S}{k^2 \times T \times l} \times T = \frac{(E-V) \times S}{k^2 \times l}.$$

On en déduit :

$$\frac{Q}{S} = \frac{(E-V)}{k^2 \times l} = \frac{K \times (E-V)}{l},$$

les constantes $k^2$ et K étant, comme il a été rappelé précédemment, inversement proportionnelles l'une à l'autre, et comme on a d'autre part la relation :

$$\frac{q}{\varepsilon_{moy} \times (r+r')} = \frac{Q}{S},$$

on peut écrire, les deux rayons $r$ et $r'$ étant comparables, ou en cherchant une valeur moyenne du rayon des ions :

$$\frac{q}{2r \times \varepsilon_{moy}} = \frac{Q}{S} = \frac{K \times (E-V)}{l}.$$

En éliminant $q$ entre les deux relations qui en donnent une expression différente, on obtient :

$$2r \times \varepsilon_{moy} \times K \times \frac{(E-V)}{l} = \alpha \times K \times r^2,$$

et après simplification, la relation :

$$r = \varepsilon_{\text{moy}} \times 2 \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{(E - V)}{l}.$$

Dans cette relation, $\alpha$ est le coefficient de proportionnalité de la tension à la distance explosive et a par conséquent pour valeur: $\frac{1\,000^{\text{volts}}}{0^{\text{cm}},02} = 50\,000.$

$\frac{E - V}{l}$ est de l'ordre de grandeur de 1 volt par centimètre par exemple, au moment de la polarisation de l'électrolyte que sous-entend implicitement l'égalité posée plus haut:

$$\frac{q}{\varepsilon_{\text{moy}} + (r + r')} = \frac{Q}{S}.$$

On en déduit alors, avec l'adoption de ces valeurs approchées :

$$\frac{r}{\varepsilon_{\text{moy}}} = \frac{2}{50\,000} = \frac{4}{100\,000},$$

et pour l'ordre de grandeur du rayon d'un ion :

$$r = \varepsilon_{\text{moy}} \times \frac{4}{100\,000} = 0^{\text{cm}},000\,02 \times \frac{4}{100\,000} = \left(\frac{8}{10\,000\,000\,000}\right)^{\text{cm}}.$$

Autrement dit, les espaces interioniques sont de l'ordre de 25 000 rayons d'ion : c'est justement, à titre d'exemple, l'ordre de grandeur de la distance du soleil à la terre évaluée en rayons terrestres (23 439,2 rayons terrestres en moyenne).

Il était intéressant de rapprocher ainsi l'infiniment petit relatif du système moléculaire de l'infiniment grand relatif du système solaire, et d'y retrouver cette unité de plan que l'on constate partout dans la nature.

Mais quelles sont les dimensions relatives des ions les uns par rapport aux autres ?

Faut-il penser que la matière qui les constitue est une, et de poids spécifique constant, de telle sorte que leur volume $\left(\frac{4}{3} \times \varpi \times r^3\right)$ serait proportionnel à leur poids atomique, et qu'ainsi leurs rayons respectifs seraient directement proportionnels à la racine cubique de ce poids atomique ? C'est là une hypothèse que l'on ne saurait vérifier, et la loi d'Avogadro-Ampère d'après laquelle des volumes égaux de divers gaz à la même température et sous la même pression contiennent le même nombre de molécules, n'y est pas opposée en principe, si on l'étend aux ions et aux pressions osmotiques, les rayons des ions étant tout à fait négligeables devant l'ordre de grandeur des espaces interioniques, que l'on peut supposer constants dans ces conditions d'égalité de température et de pression.

Faut-il au contraire penser que les ions ont tous la même dimension, et que c'est la matière qui les constitue qui est essentiellement différente, ou que, si elle est une, elle est plus ou moins *condensée* ?

Il semble qu'il vaille mieux accepter une solution intermédiaire entre ces deux hypothèses, d'autant plus que certains ions sont complexes et constitués par de véritables groupes d'atomes, comme tout un système solaire composé d'une étoile ou planète principale autour de laquelle gravite un plus ou moins grand nombre de satellites.

*Loi de Mariotte.* — On sait qu'il a été donné une théorie cinétique de la loi de Mariotte. L'étude que nous venons de faire permet d'en donner une théorie statique.

Les attractions matérielles et les actions réciproques des charges électriques sont respecti-

vement régies par les lois expérimentales de Newton et de Coulomb. Dans un cas comme dans l'autre, les intensités des forces matérielles ou électriques s'exerçant entre deux corps sont inversement proportionnelles aux carrés des distances de ces corps.

De telle sorte que la résultante des forces tant matérielles qu'électriques s'exerçant entre deux ions est de la forme :

$$\frac{A}{\varepsilon^2} \quad \text{ou} \quad \frac{B}{[\varepsilon-(r+r')]^2}.$$

Par définition même, la pression $p$, ici osmotique, est le quotient de cette force par la section sur laquelle elle s'exerce, et dont on a vu plus haut, par l'interprétation de la formule de la résistance électrolytique, l'expression moyenne par suite des mouvements perpétuels des ions : $(r+r')\times\varepsilon$.

On a donc ici :

$$p=\frac{A}{(r+r')\times\varepsilon^3} \quad \text{ou} \quad \frac{B}{(r+r')\times\varepsilon\times[\varepsilon-(r+r')]^2},$$

et comme les chiffres établis dans l'étude précédente montrent que les rayons des ions sont pratiquement négligeables devant l'ordre de grandeur des espaces interioniques, on peut négliger la très petite quantité soustractive $(r+r')$ devant la relativement grande valeur $\varepsilon$, et l'on obtient dans les deux cas :

$$p\times\varepsilon^3=\frac{A}{r+r'}=\text{constante},$$

c'est-à-dire la loi de Mariotte, $\varepsilon^3$ étant le volume contenant une masse constante de matière, ici un ion, et $p$ la pression (ici osmotique) exercée par cet ion. On étendrait la loi aux masses gazeuses moléculaires par l'analogie des pressions gazeuses et osmotiques.

On voit que cette loi approchée de Mariotte s'appliquera d'autant plus rigoureusement que les concentrations seront elles-mêmes plus faibles, c'est-à-dire d'autant plus que la quantité constante $(r+r')$ sera négligeable devant la grandeur variable $\varepsilon$ des espaces interioniques ou intermoléculaires, en un mot que la matière sera moins condensée, et par conséquent qu'on se trouvera plus éloigné du point critique de liquéfaction.

Georges Rosset.

---

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES & GÉNÉRALITÉS

***Sur une erreur commise dans la mesure de l'amortissement par la méthode de Bjerknes.*** — **M. Wien.** — Mémoire lu au *Congrès des physiciens et naturalistes allemands* à Dresde, 15-21 septembre 1907.

Comme on le sait, la méthode de Bjerknes consiste à faire agir sur un résonateur de fréquence propre $n_2$ les ondes électriques de fréquence $n_1$ dont on veut mesurer l'amortissement, et à tracer la courbe de résonance correspondante.

Désignons par $\theta_1$ et $\theta_2$ les décréments et $x$ la différence $1-\frac{n_1}{n_2}$, $n_1$ et $n_2$ étant les fréquences respectives, l'on a :

$$J_2^2=C\cdot\frac{\theta_1+\theta_2}{\theta_1\theta_2[4\pi^2x^2+(\theta_1+\theta_2)^2]},$$

formule connue qui permet de calculer $\theta_1+\theta_2$,

...

lorsqu'on a tracé la courbe des $J_2^2$ en fonction de $x$.

L'erreur que l'auteur se propose de signaler est due à ce que l'on néglige, dans la formule précédente, l'effet de l'accouplement entre l'oscillateur et le résonateur. Pour cela, il faut, d'après Bjerknes et Drude, que le rapport

$$k^2 = \frac{M^2}{L_1 L_2}$$

soit très faible par rapport à l'unité.

Dans ce qui suit, l'auteur se propose de montrer que cette condition n'est pas suffisante.

Lorsque l'accouplement n'est pas absolument négligeable, la formule précédente doit être remplacée en première approximation par la suivante :

$$J_2^2 = C \frac{\theta_1 + \theta_2}{(\theta_1 \theta_2 + A) \left\{ 4\pi^2 x^2 (1 + B) + (\theta_1 + \theta_2)^2 \right\}},$$

en posant

$$A = \frac{\pi^2 k^2 (\theta_1 - \theta_2)^2}{4\pi^2 x^2 + (\theta_1 - \theta_2)^2},$$

et

$$B = \frac{4\pi^2 k^2}{4\pi x^2 + (\theta_1 - \theta_2)^2}.$$

En général, lorsque l'accouplement est faible, l'influence du terme correctif A est bien plus importante que celle du terme correctif B, surtout lorsque $\theta_2$ est sensiblement plus faible que

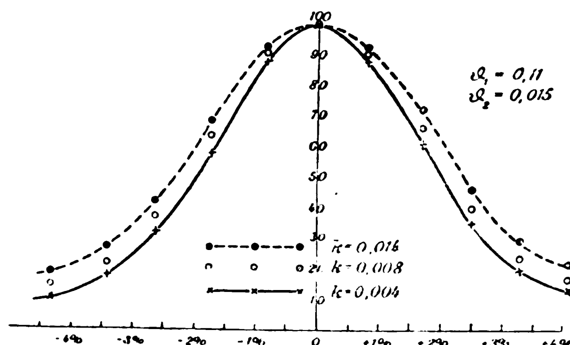



Fig. 1. — Courbes de résonance avec accouplements faibles.

$\theta_1$. La figure 1 donne, à titre d'exemple, les courbes correspondant à

$$\theta_1 = 0{,}11$$
$$\theta_2 = 0{,}015,$$

en fonction de $x$, pour diverses valeurs de $k$ ; l'on voit que la courbe de résonance s'étale de plus en plus au fur et à mesure que $k$ augmente.

Par le relevé de cette courbe, l'on n'obtient que la somme $\theta_1 + \theta_2$, et pour obtenir $\theta_1$, il faut connaître en outre $\theta_2$. A cet effet, l'on peut augmenter $\theta_2$ au moyen d'une résistance additionnelle connue, et faire de nouvelles mesures ; mais de cette manière, lorsque l'accouplement a une valeur notable, l'on obtient la somme

$$\theta_2 + \frac{\pi^2 k^2}{\theta_1} \qquad (1)$$

et non simplement $\theta_2$.

Lorsque l'on augmente encore l'accouplement, l'influence de B devient encore plus sensible ; l'on arrive alors à ce résultat remarquable que la courbe de résonance tombe beaucoup plus rapidement de part et d'autre du maximum.

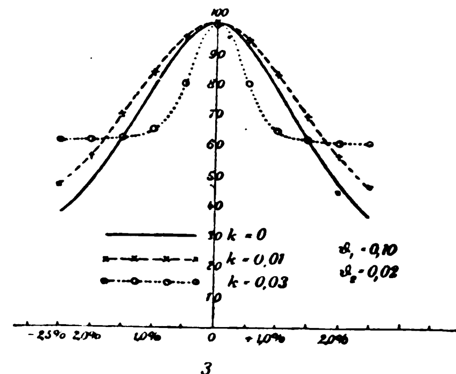



Fig. 2. — Courbes de résonance calculées pour divers accouplements.

Les figures 2 et 3 donnent les courbes calculées et relevées correspondant à diverses valeurs de $k$, et l'on peut constater la différence avec la courbe idéale relative à un accouplement complètement lâche ($k = 0$).

En résumé, comme on le voit par ce qui précède, la mesure des amortissements par la méthode de Bjerknes peut donner des résultats inexacts lorsque l'accouplement est asse znotable. Un accouplement faible n'est d'ailleurs suffisant, et il faut en outre que le facteur $k^2$ soit, d'après l'expression (1), négligeable devant $\frac{\theta_1 \theta_2}{\pi^2}$ ; comme d'ordinaire, $\theta_1$ est de l'ordre de $\frac{1}{10}$, et $\theta_2$ de l'ordre de $\frac{1}{100}$, $k^2$ devra donc être petit devant $10^{-4}$.

Avec des amortissements faibles, par exemple, pour

$$\theta_1 = 0{,}01,$$
$$\theta_2 = 0{,}005,$$

$k^2$ devrait être négligeable devant $5 \cdot 10^{-6}$.

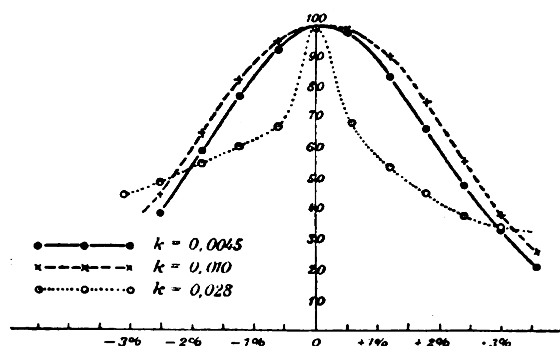



Fig. 3. — Courbes de résonance relevées pour divers accouplements.

Les instruments de mesure calorifiques employés, en général, en télégraphie sans fil ne peuvent donc donner des indications assez précises à cause de l'accouplement trop élevé qu'ils nécessitent, et même lorsqu'on se sert de bolomètres ou d'éléments thermo-électriques, l'on doit prendre des précautions spéciales.

J. B.

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Description d'un alternateur triphasé de 5 000 kilowatts.*** — **H. Hobart** et **F. Punga.** — *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 4 octobre 1907.

La machine dont les auteurs donnent la description détaillée, les calculs et les résultats d'essais, a été construite par la Siemens-Schuckert Werk. Voici les conditions imposées :

La puissance de la machine à 50 périodes, 4 000 volts et $\cos\varphi = 0{,}99$ devait atteindre 5 000 kilowatts.

Une surcharge de 25 % soit 6 250 kilowatts à la même tension et même $\cos\varphi$ devait être possible en marche continue. L'élévation de température ne devait pas dépasser après 24 heures de charge normale, 35° C. Et après cette marche, une surcharge de 25 % pendant 2 heures ne devait pas élever la température au-dessus de 55° C.

L'élévation de tension produite, en enlevant brusquement à la machine une charge non inductive de 5 000 kilowatts (4 000 volts, 50 périodes) devait être au maximum 8 %, et avec un $\cos\varphi = 0{,}8$ pour la même variation de charge, 20 %, la vitesse et l'excitation de la marche normale étant maintenues constantes.

Le rendement ne devait pas être inférieur à 97,3 % à pleine charge ou avec une surchage de 25 %, et à 96 % au moins à demi-charge; dans les pertes correspondantes ne sont pas comprises les pertes dues aux frottements des paliers et balais, et à la ventilation.

La forme de la courbe de tension ne pouvait différer de plus de 3 % d'une sinusoïde, ce qu'on peut aisément vérifier en coordonnées polaires, la sinusoïde donnant un cercle ; les ordonnées de la courbe de tension ne doivent alors pas différer de plus de 3 % du rayon du cercle.

L'isolement de l'induit devait résister pendant une minute à une tension de 8000 volts et celui de l'excitation pendant le même temps à 2 000 volts.

Le rotor devait pouvoir sans danger être entraîné à une vitesse double de la vitesse normale. En charge normale, l'alternateur avait à supporter un court-circuit sans aucun dommage.

La figure 1 montre la disposition générale de la machine et de son excitatrice, la figure 2 la roue polaire, la figure 3 le noyau polaire avec son mode de fixation à la roue, et le bobinage d'excitation. On remarquera aussi tout spécialement dans cette figure la disposition des épanouissements polaires. La figure 4 donne la section des encoches, le bobinage et l'isolement des barres.

Les dimensions du fer d'induit et les données du bobinage sont contenues dans le tableau I :

TABLEAU I

| | | |
|---|---|---|
| Diamètre extérieur de l'induit. . . . | 443 | cm. |
| — intérieur — . . . . | 375 | — |
| Longueur du noyau. . . . . . . . | 51 | |
| Nombre des canaux de ventilation. . . | 9 | — |
| Largeur des canaux de ventilation. . . . | 0,9 | — |
| Longueur effective du fer. . . . . . | 38,6 | — |
| Nombre d'encoches. . . . . . . . | 210 | — |
| — par pôle et phase. . . | 3,5 | — |

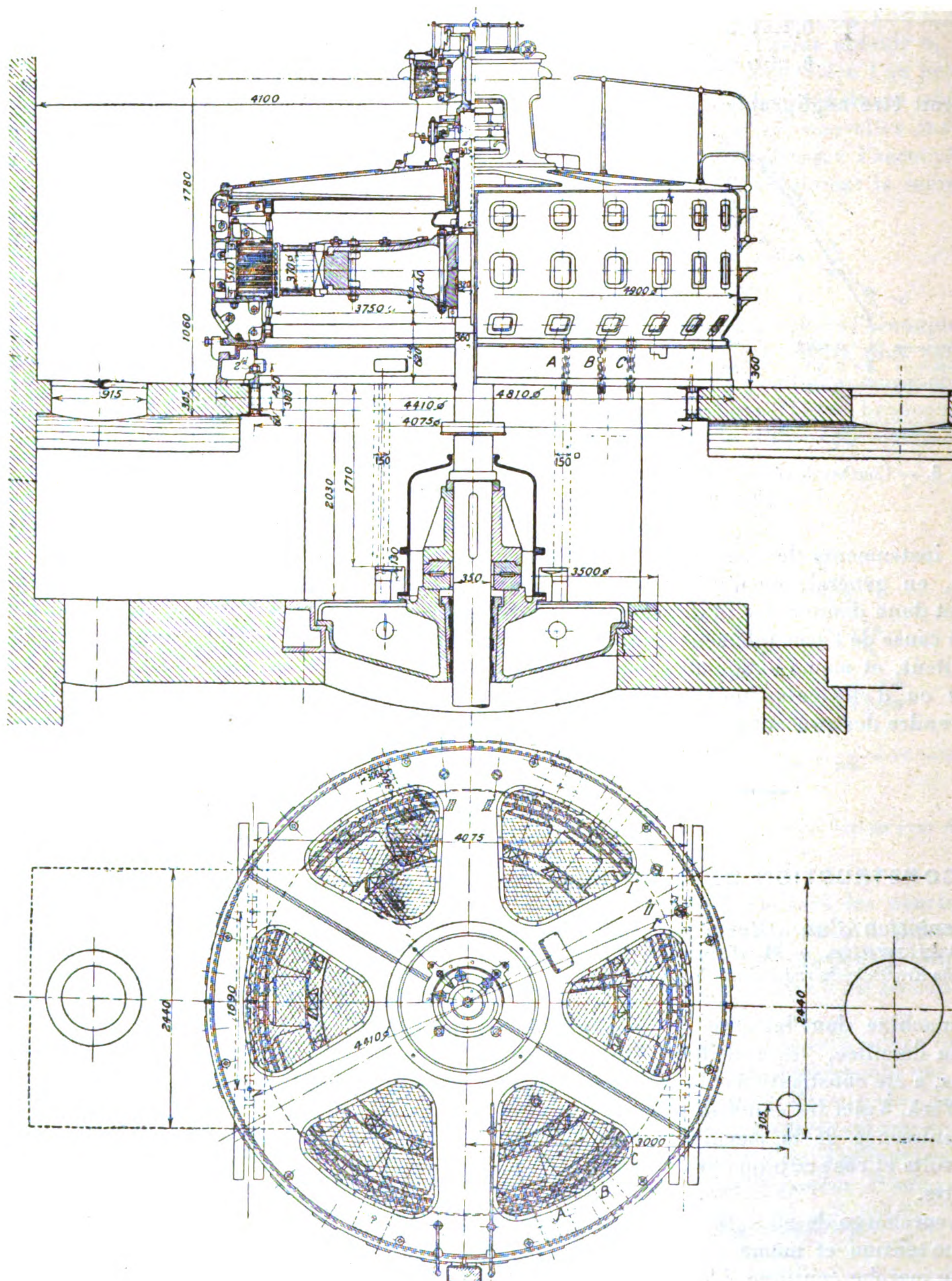



Fig. 1. — Vues en élévation et en plan de l'alternateur muni de son excitatrice.

| | |
|---|---|
| Profondeur d'une encoche | 5,6 cm. |
| Largeur — | 2,34 — |
| Profondeur de la rainure pour la cale | 0,32 — |
| Largeur de la dent à la périphérie | 3,26 — |
| — à l'échancrure de la cale | 2,62 — |
| — à la racine | 3,44 — |
| Hauteur radiale du fer au-dessus des encoches | 28,4 — |

Le conducteur à la partie supérieure de l'encoche se compose de 9 conducteurs jointifs et superposés de $0,2 \times 1^{cm^2},8$ de section, celui du fond de l'encoche est massif.

| | |
|---|---|
| Longueur moyenne d'une spire | 284 cm. |
| Résistance par phase (à chaud) | 0,0123 ohm. |
| — (à froid) | 0,0108 — |
| Poids du cuivre de l'induit | 1 700 kgr. |

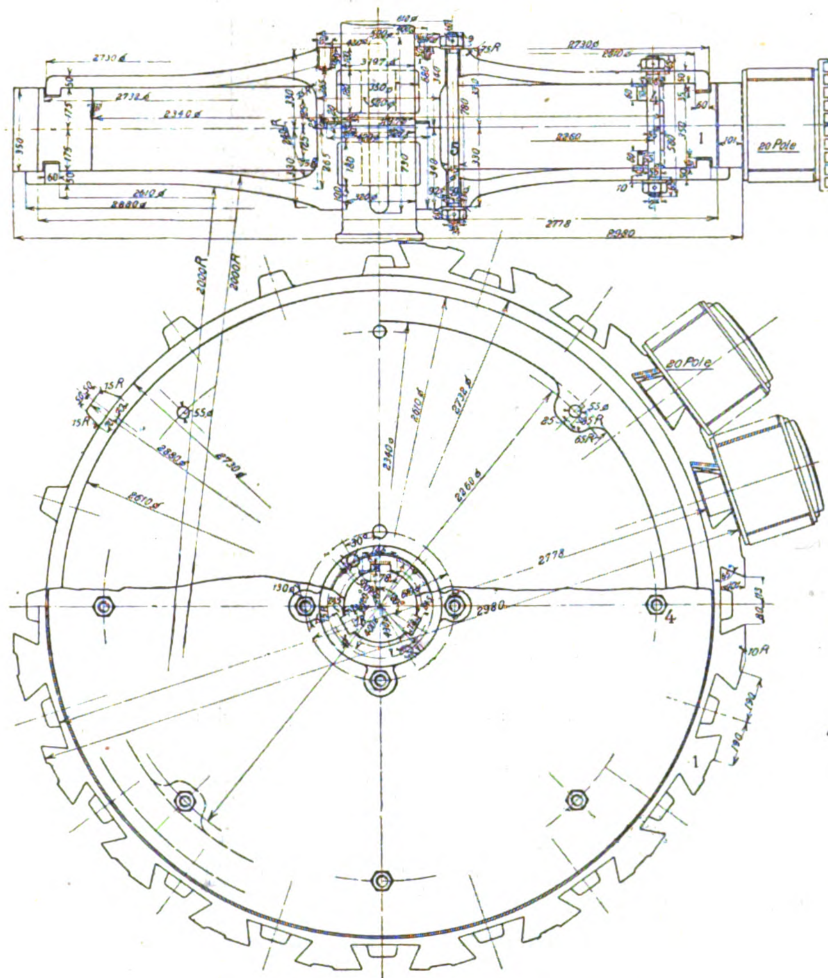



Fig. 2. — Construction de la roue polaire.

Poids de l'induit :

| | |
|---|---|
| Noyau | 11 000 kgr. |
| Dents | 1 200 |
| | 12 200 kgr. |

*Bobinage.*

| | |
|---|---|
| Nombre de conducteurs par encoche | 2 |
| Nombre total de conducteurs | 420 |
| Nombre de spires | 210 |
| — par phase | 70 |
| Section d'un conducteur | $1,8 \times 1,8 = 3,24$ cmq. |

Le bobinage se distingue de ceux qui sont généralement employés, en ce que l'on utilise 3 encoches et demie par pôle et phase ; 3 encoches successives sont occupées par des conducteurs d'une même phase, la quatrième par des conducteurs de deux phases différentes et l'on obtient par cette disposition une courbe de tension beaucoup plus régulière que dans la disposition habituelle. Il faut remarquer que dans cette ma-

chine, la tension n'est pas trop élevée tandis que les exigences en ce qui concerne la forme de la courbe sont assez rigoureuses et il en résulte que les avantages de la disposition adoptée

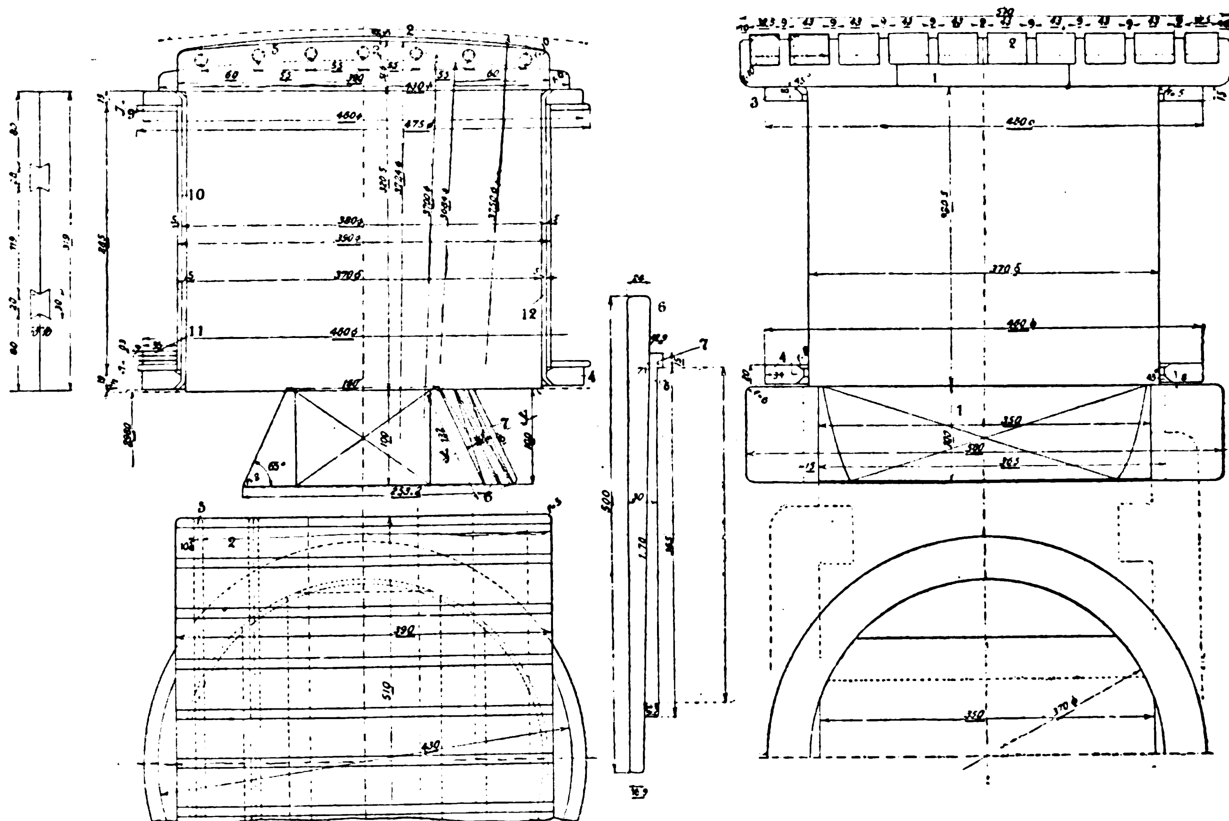


Fig. 3. — Mode de construction des pôles, vue et coupe en plan et en élévation.

compensent largement dans ce cas ses inconvénients.

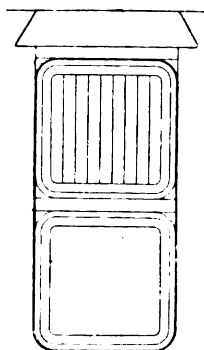


Fig. 4. — Section d'une encoche. Échelle 4/5.

Le bobinage adopté entraîne bien quelques petites irrégularités dans le pas, mais il évite aussi un grand inconvénient du bobinage à courant continu, par éléments semblables. Le nombre d'encoches doit y satisfaire à un certain nombre de conditions, en partie d'ailleurs contradictoires, de telle sorte que l'emploi pratique de ce bobinage est presque impossible. Si l'on voulait dans le cas présent adopter un bobinage ondulé comme celui à courant continu, le nombre de conducteurs devrait satisfaire à la condition :

$$s = py \pm 2a.$$

Pour $a = 1$ on aurait :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $y = 38$ | $s = \begin{cases} 382 \\ 378 \end{cases}$ | n. d'encoches. . . | $\begin{cases} 191 \\ 189 \end{cases}$ |
| $y = 40$ | $s = \begin{cases} 402 \\ 398 \end{cases}$ | — . . . | $\begin{cases} 201 \\ 199 \end{cases}$ |
| $y = 42$ | $s = \begin{cases} 422 \\ 418 \end{cases}$ | — . . . | $\begin{cases} 211 \\ 209 \end{cases}$ |
| $y = 44$ | $s = \begin{cases} 442 \\ 438 \end{cases}$ | — . . . | $\begin{cases} 221 \\ 219 \end{cases}$ |
| $y = 46$ | $s = \begin{cases} 462 \\ 458 \end{cases}$ | — . . . | $\begin{cases} 231 \\ 229 \end{cases}$ |

Puisque chaque phase doit avoir un même nombre de spires, le nombre des encoches doi

être divisible par 3 et par conséquent les nombres 189, 201, 219 et 231 peuvent être seuls considérés. Les nombres 201 et 219 ne conviennent pas si l'on veut composer l'induit de segments de tôles, et quant aux autres nombres, ils s'écartent du nombre d'encoches voulu d'environ 10 °/₀, et ils donnent un nombre de segments peu avantageux.

En général, il est d'autant plus difficile d'utiliser un bobinage régulier à courant continu que le nombre de pôles est plus grand, tandis que le bobinage employé ici peut l'être aisément pour tous les nombres d'encoches.

La partie du bobinage qui présente l'irrégularité du pas est représentée par la figure 5.

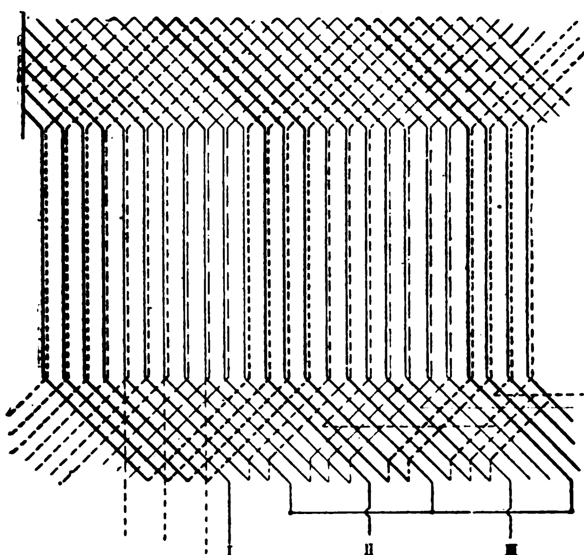


Fig. 5. — Schéma de l'enroulement.

Le tableau II donne les dimensions de l'épanouissement et des noyaux polaires. L'entrefer

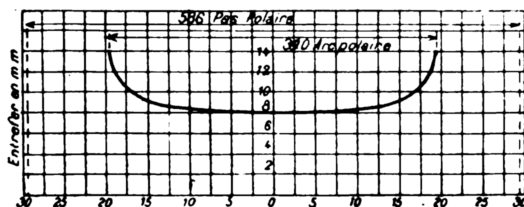


Fig. 6. — Représentation de l'entrefer.

au milieu du pôle est de $0^{cm},8$ et il croît de chaque côté par suite de l'amincissement des épanouissements vers les extrémités. L'entrefer est représenté dans la figure 6.

TABLEAU II

| | |
|---|---|
| Nombre de pôles. . . . . . . . . . | 20 |
| Diamètre de la roue y compris les pôles et épanouissements. . . . . . . . | $373^{cm},4$ |
| Diamètre de la roue seule. . . . . . | 298 0 |
| Profondeur radiale des noyaux. . . . . | 320 5 |
| Diamètre de la section du pôle. . . . . | 37 0 |

Sur chaque noyau polaire se trouve placée une tôle extérieure formant enveloppe de $0^{cm},5$ d'épaisseur, de sorte que la section totale magnétique du noyau est : $\frac{\pi}{4} \cdot \overline{37,5}^2 = 1\,100$ cmq.

| | |
|---|---|
| Longueur axiale de l'épanouissement | 51 cm. |

Les épanouissements sont lamellés et divisés en 10 groupes dont 8 de $4^{cm},3$ d'épaisseur et 2 de 3,24. Entre chaque groupe se trouve un intervalle qui correspond exactement à un canal de ventilation du stator, et favorise la ventilation.

| | |
|---|---|
| Longueur du fer dans la direction axiale. . | 41 cm. |
| Pas polaire. . . . . . . . . . . | 58,5 — |
| Arc polaire. . . . . . . . . . . | 39,0 — |
| $\frac{\text{Arc polaire}}{\text{Pas polaire}}$ . . . . . . . . . . | 66,7 °/₀ |

Pour calculer la courbe de saturation et les ampèretours transversaux on n'utilise pas le rapport précédent, mais un rapport idéal qui permet de remplacer l'arc polaire normal par un arc polaire idéal donnant un égal entrefer sans arrondis aux extrémités. L'arc polaire idéal doit être pris 10 à 12 °/₀ plus petit que l'arc polaire réel à cause de l'inégalité de l'entrefer ; et à cause de l'élargissement aux extrémités des pôles, il faut prendre l'arc polaire idéal de 8 à 10 °/₀ plus grand que l'arc polaire réel. Le rapport idéal admis est 0,65.

*Bobinage d'excitation.*

| | |
|---|---|
| Nombre de spires par pôle. . . . . . | 63 |
| Section du cuivre. . . . . . . . . | 3,5×0,4 cmq. |
| Isolement entre 2 spires. . . . . . . | 0,03 cm. |
| Longueur disponible pour le bobinage. . | 27,1 — |
| Longueur moyenne d'une spire. . . . | 133 — |
| Résistance d'une bobine d'excitation à chaud. | 0,012 Ω |
| — du bobinage entier. . . . . | 0,24 |
| Poids de tous les bob. exc. . . . . . | 2 080 kgr. |

## *Caractéristique à vide.*

La figure 7 donne la caractérisque à vide, courbe moyenne de six machines. Il y aurait lieu de comparer, pour les 3 tensions de 3 000, 4 000 et 5 000 volts, les valeurs observées avec les résultats du calcul. Nous voyons que pour 3 000

volts, les ampèretours pour le fer du circuit magnétique sont à peu près négligeables, et que

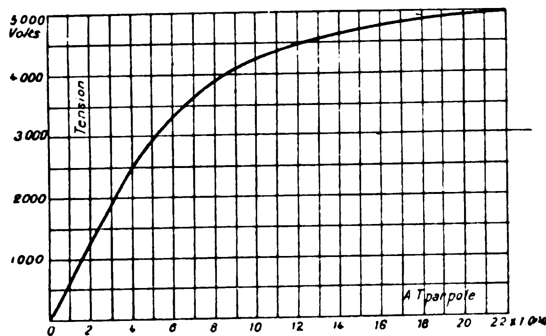



Fig. 7. — Caractéristique à vide.

95 % des ampèretours correspondant à cette tension sont affectés à l'entrefer.

Le flux total peut se calculer pour 3000 volts

$$\frac{3\,000 \times 100}{\sqrt{3} \times 4{,}45 \times 50 \times 70} = 11{,}1 \text{ mgm.}$$

La section extérieure de l'épanouissement se calculera d'après l'arc polaire idéal soit $51 \times 38 = 1940$ centimètres carrés. Comme section de la surface d'induit directement opposée à la précédente, nous prendrons la surface des dents situées en face de la surface polaire idéale, en en déduisant les canaux de ventilation :

$$(51 - 9.0{,}9) \cdot 38 \cdot \frac{3{,}26}{5{,}6} = 950 \text{ cmq.}$$

La section moyenne de l'entrefer est donc

$$\frac{1\,940 + 950}{2} = 1\,445 \text{ cmq.}$$

Les ampèretours correspondants sont alors :

$$\frac{11{,}1 \cdot 10^6}{1\,445} \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8 = 7\,700 \cdot 0{,}64 = 4\,920.$$

Le calcul fournit donc une valeur un peu plus grande que l'essai.

A la tension de 4000 volts les ampèretours d'entrefer sont exprimés par $4750 \times \frac{4}{3} = 6\,300$, et comme la valeur observée est 8500, il reste 2 200 pour le fer, qui se répartissent comme suit :

| | | SECTIONS | FLUX | INDUCTION | LONGUEUR | A. T. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fer | induit. . . | 2 190 | 14,8 | 6 750 | 32 | 100 |
| | dents . . . | 900 | 14,8 | 16 500 | 5,6 | 200 |
| | pôle. . . . | 1 100 | 16,8 | 15 300 | 32 | 1 700 |
| | carcasse. . | 2 000 | 16,8 | 8 400 | 20 | 200 |

A 5 000 volts, la valeur observée des ampèretours se trouve entre 20 et 24 000. Admettons la moyenne soit 22 000, le fer exige 14 000 et l'entrefer $4\,750 \times \frac{5}{3}$.

Une estimation approximative donne pour l'induit, dents et carcasse 2500, et il reste 11 500 pour le noyau du pôle. Avec une induction de 19 200, cela donne donc 360 ampèretours par centimètre.

Caractéristique en court circuit. — Pour le court-circuit et toutes les charges non inductives, on peut prendre $\varphi = 90°$. On a donc pour les ampèretours en opposition :

$$\text{A. T. en opp.} = g f_w \,(ni) \text{ (}^1\text{)}$$

avec $g = 0{,}77$ (voir fig. 8) et $f_w = 0{,}95$ ; or

$$ni = \frac{3 \cdot 70 \cdot 730}{20} = 7\,650.$$

d'où A. T. opp. = 5500.

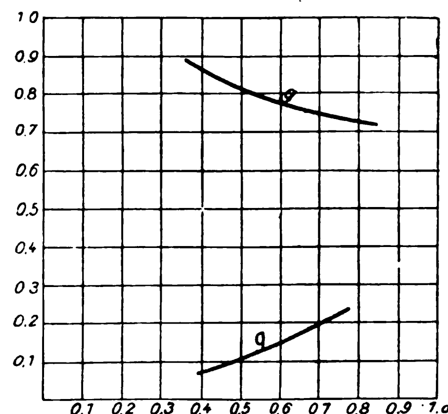



Fig. 8. — Valeurs des coefficients $g$ et $q$ en fonction du rapport $\frac{\text{arc polaire}}{\text{pas polaire}}$ pour le calcul de la réaction directe ($g$) et transversale ($q$).

Il faut ajouter à ces contre-ampèretours,

(1) Pour l'explication de cette formule cf. : Arnold. *Die Wechselstromtrechnik*, 4e vol., page 59 et suiv. ou encore les divers travaux de MM. Blondel, Guilbert, Hobart et Punga, etc. (N. D. T.).

(2) Cf. : Arnold, loc. cit., page 83 et suiv.

ceux qui sont nécessaires pour produire la force électromotrice intérieure. On peut admettre avec une exactitude suffisante que cette force électromotrice est égale à la force électromotrice de self-induction.

La longueur utile d'une spire est de 84 centimètres; 200 centimètres environ forment les connexions extérieures. En considérant la largeur de l'encoche ($2^{cm},35$) la partie de l'encoche remplie par les conducteurs (4 centimètres) et la partie située au-dessus des conducteurs ($1^{cm},4$) il vient :

$$\frac{4\pi}{10}\frac{1,4+\frac{1}{3}\cdot 4,0}{2,35} = 1,45 \text{ lignes de force;} \quad (1)$$

et puisque les spires d'une même phase occupent 3 1/2 encoches par pôle, un ampèretour produit donc

$$\frac{84 \cdot 1,45}{3,5} = 35 \text{ lignes de force.}$$

Pour la connexion de la spire, le nombre de lignes de force de dispersion, engendré par A. T. et par centimètre, dépend du système de bobinage adopté, du nombre d'encoches par pôle et phase et de la distance du conducteur aux pièces de fer voisines.

Dans les bobinages ordinaires du système triphasé, les auteurs ont trouvé qu'on pouvait compter sur 0,8 *l. f.* par A. T. par centimètre, avec une encoche par pôle et phase, et respectivement sur 0,7 — 0,6 et 0,5 *l. f.* par A. T. par centimètre avec 2, 3 et plus de 3 encoches par pôle et phase.

Pour le cas présent, on adoptera donc 0,55 par A. T. et par centimètre, et l'on remarquera que le bobinage adopté diffère des systèmes habituels en ce que :

1° Tandis que les sept spires forment d'habitude sur chaque côté une connexion extérieure unique, ici elles forment des connexions bien distinctes divisées en deux groupes, dont les directions sont à peu près perpendiculaires et qui forment des cylindres concentriques à l'induit.

Si on veut donc continuer le calcul avec 7 spires par connexion unique, on doit alors introduire la moitié de la valeur précédente pour les lignes de force par A. T. et par centimètre, soit 0,27.

2° Tandis que dans un bobinage triphasé ordinaire, l'induction mutuelle des connexions est négligeable, il n'en est pas ainsi dans le cas présent, car les conducteurs d'une même surface cylindrique de connexion agissent comme les barres d'un rotor en cage et engendrent un flux tournant.

L'augmentation de la tension de dispersion par suite de l'induction mutuelle peut atteindre 30 % et on le calculera avec le facteur 0,35.

Le calcul de la f. élm. de self-induction est simple :

Lignes de f. par A. T. { encoches. . . . . . 35
connexions $200 \times 0,35 =$ 70
105

Inductance d'une bobine de 7 spires $= 7^2 . 105 . 10^{-8} = 0,000052$ ; Réactance d'une bobine $= 2\pi . 50 . 0,000052 = 0,016\ \Omega$. Puisque 10 bobines par phase sont en série, la réactance par phase est $10 \times 0,016 = 0,16\ \Omega$ et la f. élm de self-induction $= 0,16 \times 730 = 117$ volts p. phase soit entre 2 phases 200 volts.

D'après la courbe d'induction, nous voyons que pour cette tension il faut 310 ampèretours. Nous adopterons pour la dispersion maxima du court-circuit 350 ampèretours. Au total : $5500 + 350 = 5850$ ampèretours sont nécessaires lorsqu'en court-circuit le courant de pleine charge traverse les conducteurs induits. Les valeurs observées varient de 5900 A. T. à 6100 A. T. ce qui correspond à peu près au calcul.

Les ampèretours requis pour la production de la f. élm. de self-induction correspondent donc à 6 % à peine des ampèretours en opposition et on aurait pu les introduire ici d'une façon approximative et sans calcul. Il n'en est pas toujours ainsi spécialement quand le flux principal par pôle est petit. On a en effet :

$$\frac{\text{f. é. m. self}}{\text{tension aux bornes}} = 2,8\,\frac{\text{flux de dispersion par pôle et phase}}{\text{flux total}}.$$

Dans le cas présent on a : lignes de f. de dispersion par ampèretour $= 105$ ; ampèretours par pôle et phase $= \frac{7650}{3} = 2550$ ; flux de dispersion par pôle et phase $= 105 . 2550 = 0,265$ mgm. ; flux principal $= 14,8$ mgm. Le rapport précédent est donc $= 0,05$ et la force élm. de self-induction $= 0,05 \times 4000 = 200$. Dans la

plupart des cas il est plus commode d'introduire dans le calcul directement le coefficient en °/ plutôt que la valeur de la force élm. de self-induction : on a ainsi force élm self (en °/₀) = 2,8 flux de dispersion d'induit par pôle et phase (en °/₀). Nous possédons à présent toutes les données pour déterminer la courbe de charge.

*Calcul des A. T. à pleine charge* ($\cos \varphi = 1$). En rapportant les chutes ohmiques et inductives à la valeur de la tension aux bornes (4 000 volts), nous obtenons respectivement 0,4 °/₀ et 5 °/₀ comme valeurs proportionnelles. La f. é. m. intérieure pour $\cos \varphi = 1$ est donc de 0,5 /₀ plus grande que la tension aux bornes, soit 4 020 volts ; les ampèretours nécessités pour produire cette f. é. m. = 8 590.

Pour déterminer la force contre-électromotrice, nous calculons tout d'abord les ampèretours en quadrature $= q\, f_m\, (ni) \cos \varphi'$ ; les valeurs de $q$ sont indiquées dans la figure 7.

On a donc : $0{,}175 \cdot 0{,}95 \cdot 7\,550 \times 1 = 1\,250$.

Si A représente les ampèretours pour l'entrefer dents et induit à la tension de 4 000 volts, l'angle de torsion du champ est :

$$\beta = \frac{\text{amp. tours en quadr.}}{A} 90^\circ = \frac{1\,250}{6\,600} \times 90^\circ = 17^\circ.$$

Le décalage $\alpha$ entre la tension interne et la tension aux bornes est donné par $\sin \alpha = 0{,}05$, soit $\alpha = 3^\circ$, et puisque $\varphi = 0$ on a

$$\varphi' = \varphi + \alpha + \beta = 20^\circ$$
$$\sin \varphi' = 0{,}34.$$

Les ampèretours en opposition sont donc :

$$g f_m\, (ni) \sin \varphi' = 5\,500 \sin \varphi' = 1\,870.$$

Par cette augmentation des ampèretours du champ, la dispersion des pôles croît ainsi que la densité dans le noyau. A vide, on avait admis un flux de dispersion de 2 mgm. et cela suffit en général, lorsque le flux de dispersion est proportionnel à la somme des ampèretours en opposition et des ampèretours pour entrefer et dents.

Le flux de dispersion augmente donc ici et devient :

$$2 \cdot \frac{6\,600 + 1\,870}{6\,600} = 2{,}55$$

de sorte que le flux dans le noyau et la carcasse a une valeur $\frac{0{,}55}{16{,}8} = 3{,}2$ °/₀ plus grande qu'à la valeur admise à vide.

A cause de cette augmentation de la saturation des pôles, on devra placer 250 ampèretours de plus sur les pôles, soit donc 8 590 + 1 870 + 250 = 10 710. Si on coupe la charge totale avec $\cos \varphi = 1$, la tension aux bornes devient alors 4 330 volts et l'augmentation de tension est de 8,2 °/₀.

*Calcul des A. T. pour* $\cos \varphi = 0{,}8$. — Pour déterminer la tension intérieure, on peut employer le calcul ou la méthode graphique. Nous remplaçons les chutes ohmiques et inductives par leurs composantes suivant la tension aux bornes et sa perpendiculaire.

La chute ohmique a comme composantes :

1° En phase :

$$0{,}4 \cos \varphi = 0{,}32\ °/_0$$

2° Perpendiculaire :

$$0{,}4 \sin \varphi = 0{,}24\ °/_0.$$

La tension inductive a de même pour composantes :

1° En phase :

$$5 \cdot \sin \varphi = 3\ °/_0$$

2° Perpendiculaire :

$$5 \cdot \cos \varphi = 4\ °/_0.$$

Au total, nous avons 3,3 °/₀ composante en phase et 3,8 °/₀ composante perpendiculaire. Il en résulte que l'augmentation de la tension interne = 3,3 °/₀ et le décalage ($\alpha$) = arc $\sin \frac{3{,}8}{100} = 2{,}2^\circ$. L'approximation de ce calcul est tout à fait suffisante. Pour une tension interne de $4\,000 \cdot 1{,}033 = 4\,132$ volts, 9 400 ampèretours sont requis. Les ampèretours en opposition se calculent alors comme suit : on avait $\beta$ (pour $\cos \varphi = 1$) $= 17^\circ$ pour $\cos \varphi = 0{,}8$, on a $\beta = 17^\circ \cos \varphi'$ soit $\cos \varphi' = 0{,}75$ ; d'où $\beta = 12{,}8^\circ$ et il s'ensuit $\varphi + \alpha + \beta = 52^\circ$ $\sin \varphi' = \sin 52^\circ = 0{,}79$. Les ampèretours en opposition sont donc $5\,500 \sin \varphi' = 4\,350$. Il reste encore à considérer seulement l'influence de la dispersion polaire. A vide avec 4 132 volts, nous avions $2 \times \frac{4\,132}{4000} = 2{,}06$ mgm. et 6 850 ampèretours pour entrefer et dents. Le flux de dispersion, par suite des 4 350 ampèretours en opposition devient donc

$$\frac{2{,}06\,(6\,850 + 4\,350)}{6\,850} = 3{,}4 \text{ mgm.}$$

et, par conséquent, la saturation du noyau

polaire s'est accrue de 7,5 % par rapport à la marche à vide.

Il en résulte que 5 à 600 ampèretours supplémentaires sont nécessaires et on a donc finalement, pour le nombre total d'ampèretours, pour $\cos\varphi = 0{,}8$, $9400 + 4350 + 550 = 14300$. L'élévation de tension qui en résulte est donnée immédiatement par la relation :

$$\frac{4700 - 4000}{4000} = 17{,}5\ \%.$$

*(A suivre.)* L. G.

***Influence des charges non équilibrées dans la transformation de courants triphasés en courants diphasés.*** — **B. F. Jakobsen.** — *Electrical World*, 12 octobre 1907.

Dans le montage bien connu indiqué par Scott (fig. 1), lorsque les charges des courants diphasés $I_1$ et $I_2$ sont égales, les trois phases $I_a$, $I_b$, $I_c$

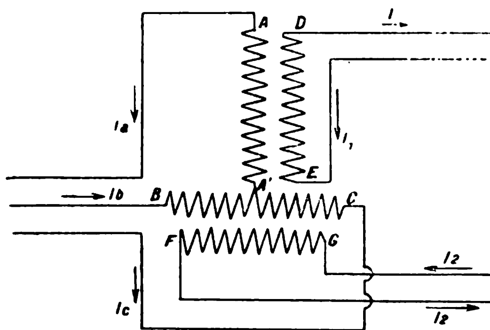


Fig. 1. — Schéma des connexions.

du courant triphasé sont également équilibrées. Le présent article a pour objet l'étude d'un tel dispositif lorsque les charges des courants $I_1$ et $I_2$ sont inégales.

Pour simplifier les calculs, l'on négligera toutes les pertes, de telle sorte que :

1° La somme géométrique des ampèretours de deux bobines enroulées sur un même noyau est nulle ;

2° La somme géométrique des trois courants triphasés $I_a$, $I_b$, $I_c$ est nulle ;

3° La puissance absorbée est égale à la puissance disponible.

I. — Dans ces conditions, le diagramme de la figure 2 donne la marche avec charges équilibrées ; les trois côtés du triangle ABC représentent les tensions respectives entre fils de la ligne triphasée, et l'on a alors :

$$I_a = I_b = I_c$$
$$I_1 = I_2.$$

Supposons que le nombre de tours $N_1$ de la bobine AA′ soit égal à celui des bobines DE et FG, par un choix convenable du rapport de transformation ; la bobine BC a alors

$$N_2 = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot N_1$$

spires, et les ampèretours dus à $I_2$ peuvent être représentés par $OK = \frac{\sqrt{3}}{2} I_2$ (fig. 2), si l'on prend $N_2$ pour unité.

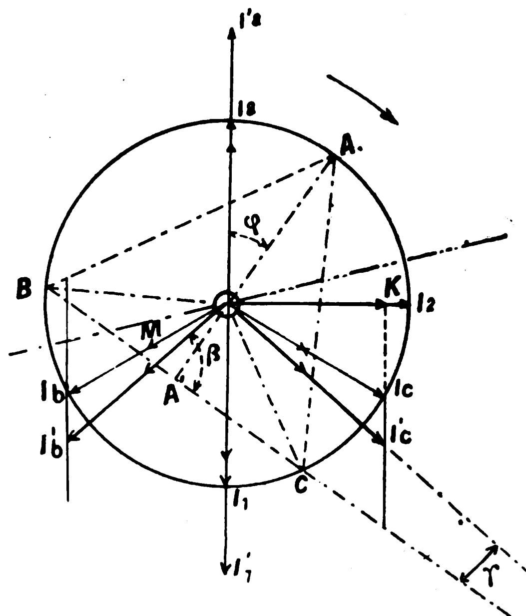


Fig. 2. — Diagramme des tensions et des courants pour des charges inégales.

De même, les ampèretours dus à $I_b$ sont représentés à la même échelle par $OM = \frac{1}{2} I_b$, etc. Les courants $I_a$ et $I_1$ sont toujours égaux et opposés (en négligeant le courant magnétisant), et les ampèretours $N_1 I_2$ équilibrent les ampèretours résultants dus à BC ; ceux-ci sont égaux à

$$\frac{N_2}{2}(I_b + I_c)\cos 30^\circ = I_2 N_1.$$

D'où l'on conclut :

$$I_1 = I_2 = I_a = I_b = I_c.$$

II. — Supposons maintenant que $I_1$ subisse un certain accroissement et devienne égal à $I'_1$. Un courant correspondant $I'_a = I'_1$ va pénétrer en A′ dans la bobine BC, et pour qu'il n'altère pas la force magnétomotrice résultante égale et opposée à $I_2$, l'accroissement de courant

$$\Delta I_a = I'_a - I_a$$

doit se partager en deux portions égales s'ajoutant l'une à $I_b$, l'autre à $I_c$ et dont les effets magnétisants se contre-balancent.

BC représente sur la figure 2 la tension entre les bornes de la bobine correspondante de la figure 1, et cette tension est parallèle à la tension aux bornes secondaires FG. L'on en déduit que $\varphi_1$ représente le décalage, par rapport aux tensions correspondantes, des courants $I_1$, $I_2$ et $I_a$, tandis que les angles $\beta$ et $\gamma$ représentent les décalages respectifs des courants $I'_b$ et $I'_b$, puisque :

$$\beta = \gamma + 2\varphi_1 \text{ (1)},$$

la puissance absorbée par l'enroulement BA′ n'est égale à la puissance fournie par l'enroulement A′C, que si $\varphi_1 = 0$ (charge non inductive).

La puissance fournie par l'enroulement BC n'est pas altérée, les puissances dues aux accroissements des courants $I_b$ et $I_c$ étant égales et de signe contraire ; d'après les triangles $OI_bI'_b$ et $OI_cI'_c$ de la figure 2, l'on peut écrire :

$$I'_b = I'_c = \sqrt{I_b^2 + \frac{\Delta I_a^2}{4} + \frac{I_b \Delta I_a}{2}},$$

en remplaçant, dans le dernier terme sous le radical, cos 120° par $-\frac{1}{2}$.

III. — Passons au cas où le courant $I_1$ conserve sa valeur normale et où $I_2$ subit un certain accroissement et devient égal à $I'_2$. Pour ne pas altérer le courant $I_a$ égal et opposé au courant $I_1$, les deux courants $I_b$ et $I_c$ doivent subir des accroissements $\Delta I_b$ et $\Delta I_c$ égaux et opposés, puisqu'au point A′ (fig. 1), l'on doit toujours avoir (pour les valeurs instantanées) :

$$I_a + I_b + I_c = 0.$$

L'accroissement des ampèretours dans l'enroulement FG est $\Delta I_2 N_1$. Les ampèretours résultants dans BC doivent subir un accroissement correspondant, de telle sorte que l'on peut écrire en tenant compte des sens de circulation (fig. 1)

$$N_1 \Delta I_2 = \frac{1}{2} N_2 (\Delta I_b + \Delta I_c),$$

d'où en valeur absolue

$$\Delta I_c = \Delta I_b = \frac{\sqrt{3}}{2} \Delta I_2.$$

Les courants résultants $I'_b$ et $I'_c$ sont alors déterminés par la résolution de triangles égaux, analogues à ceux envisagés sur la figure 1, et ayant leurs côtés respectivement égaux à $I_b$, $I'_b$, $\Delta I_b$ (ou à $I_c$, $I'_c$, $\Delta I'_c$) ; mais comme, d'après ce que l'on vient de dire, le côté $\Delta I_b$ (ou $\Delta I_c$) est parallèle à $I_2$, l'angle obtus entre $I_b$ et $\Delta I_b$ n'est plus égal à 120°, mais à 150°, et l'on a :

$$I'_b = I'_c = \sqrt{I_a^2 + \Delta I_b^2 - 2 I_a \Delta I_b \cos 150^\circ}$$
$$= \sqrt{I_a^2 + \frac{3\Delta I_2^2}{4} + \frac{3 I_a \Delta I_2}{2}}.$$

A titre d'exemples, supposons que dans le cas II l'on ait :

$$I_a = I_b = I_c = 10 \text{ amp.},$$

et

$$\Delta I_1 = \Delta I_a = 5.$$

L'on en déduit immédiatement d'après les formules données :

$$I'_a = 15 \text{ amp.}$$
$$I'_b = I'_c = 11{,}47 \text{ amp.},$$

et les pertes en ligne seront pour le courant triphasé, égales à

$$P_1 = (15^2 + 2 \times 11{,}47^2) R$$
$$= 487{,}5 R \text{ watts},$$

R étant la résistance d'un fil de ligne.

Si maintenant, dans le cas II, l'on se donne

$$I_a = I_1 = I_2 = 10, \quad \text{et} \quad \Delta I_2 = 5,$$

---

(1) Désignons en effet par $\delta$ l'angle $I_bOI'_b = I_cOI'_c$ ; en remarquant que les courants $I_a$ et $I_c$ sont décalés d'un angle de 120°, l'on a sur la figure 2

$$120° + \delta + (90° - \gamma) - \varphi_1 = 180°$$

et

$$120° + \delta + (90° - \beta) + \varphi_1 = 180°.$$

En retranchant membre à membre, l'on retrouve bien le résultat annoncé.

(N. D. T.).

l'on obtient

$$I'_a = 15 \text{ amp.}$$
$$I'_b = I'_c = 13{,}9 \text{ amp.};$$

les pertes en lignes correspondantes seront

$$P_2 = (10^2 + 2 \times 13{,}9^2) R = 487{,}5 \ R \text{ watts},$$

c'est-à-dire les mêmes que dans le premier cas.

Les raisonnements précédents et le diagramme de la figure 1 peuvent encore être adaptés au cas où les angles de décalage $\varphi_1$, $\varphi_2$ sont différents pour les circuits secondaires diphasés ; mais les courants $I_1$ et $I_2$ ne sont plus alors en quadrature, et la discussion est beaucoup compliquée.

L'on commence par construire le diagramme comme sur la figure 2, en supposant un décalage $\varphi_1$, égal pour les deux circuits diphasés secondaires, mais les ampèretours résultants OH dans l'enroulement BC (fig. 1) ne sont plus alors en opposition avec les ampèretours dus à l'enroulement FG, qui font un angle $\varphi_2 \neq \varphi_1$ avec la tension aux bornes BC ; la différence géométrique HH' doit être fournie par les courants $I'_b$ et $I'_c$, et il suffit pour cela de leur ajouter des courants respectivement égaux à H'H et HH'.

Dans ce cas, l'auteur donne une autre construction, plus simple, mais moins instructive et qui, d'ailleurs, ne présente aucune particularité saillante.

Enfin, deux cas simples sont intéressants à examiner :

1° $I_1 = 0$. En négligeant les courants magnétisants, l'on a alors également

$$I_a = 0,$$

d'où

$$I_b = -I_c,$$

et

$$I_2 = \frac{2}{\sqrt{3}} I_c.$$

2° $I_2 = 0$. Donc $\quad I_1 = I_a$,

et

$$I_b = I_c = -\frac{I_a}{2}.$$

J. B.

*Moteur pour grue électrique à grande vitesse.*

Pour charger et décharger rapidement les navires, l'on se sert souvent de contrepoids équilibrant la charge de la benne, afin de permettre l'emploi de moteurs de puissance relativement restreinte, de telle sorte que le moteur travaille à pleine charge aussi bien à la montée qu'à la descente. Pour obtenir un arrêt et un changement de marche rapide, M. T. D. Hollick a imaginé l'ingénieux moteur suivant, construit par MM. Greenwood et Batley, Ltd, de Leeds :

L'induit et l'inducteur sont tous les deux mobiles autour d'un axe commun, et sont reliés chacun à l'un des engrenages d'angle latéraux d'un train différentiel, analogue à celui des voitures automobiles ; la boîte portant les pignons satellites de ce différentiel, montée folle sur le même axe, porte un pignon droit qui commande le treuil.

Désignons par $\omega_1$ et $\omega_2$ les vitesses angulaires respectives de l'inducteur et de l'induit, et par $\omega$ la vitesse résultante de la boîte du différentiel et du pignon de commande du treuil ; d'après une formule connue, l'on a :

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}. \qquad (1)$$

D'autre part, si $\Omega$ est la vitesse relative de l'induit et de l'inducteur, vitesse que l'on peut considérer comme à peu près constante avec un moteur à caractéristique shunt, l'on peut écrire :

$$\omega_1 - \omega_2 = \Omega. \qquad (2)$$

1° Dans ces conditions, immobilisons, à l'aide d'un frein, la boîte du différentiel ($\omega = 0$).

L'on en déduit immédiatement d'après (1) et (2)

$$\omega_1 = -\omega_2 = \frac{\Omega}{2},$$

c'est-à-dire que l'induit et l'inducteur tournent en sens inverse avec des vitesses égales à $\frac{}{2}$, le moteur fonctionnant alors à vide, et le treuil étant bloqué.

2° A l'aide d'un deuxième frein, immobilisons maintenant l'inducteur ($\omega_1 = 0$), tout en desserrant le frein agissant sur le treuil ; les équa-

tions donnent, dans ce cas, la relation

$$\omega = -\frac{\Omega}{2},$$

c'est-à-dire que le pignon de commande du treuil solidaire de la boîte du différentiel tourne à une vitesse égale en valeur absolue à la moitié de la vitesse relative de l'induit et de l'inducteur, et affectée du signe —, d'après nos conventions. Le treuil tourne alors dans un certain sens.

3° Enfin, desserrant le frein de l'inducteur, faisons agir un troisième frein sur l'induit ($\omega_2 = 0$) ; l'on obtient :

$$\omega = \frac{\Omega}{2},$$

c'est-à-dire que le treuil tourne à la même vitesse qu'au 2°, mais *en sens inverse*.

L'on voit donc que cette ingénieuse disposition permet la marche en avant ou en arrière sans être obligé de toucher au moteur électrique, dont les organes tournent toujours à une vitesse relative à peu près constante.

En pratique, un seul levier suffit à la commande des trois freins, et l'on arrive ainsi à réaliser 240 renversements de marche par heure. D'autre part, comme l'on peut le voir par les formules ci-dessus, le système différentiel constitue une réduction de moitié de la vitesse du moteur, ce qui est très avantageux pour la commande du treuil.

Huit treuils équipés avec de semblables moteurs fonctionnent depuis plusieurs années dans les établissements de MM. Samuel Williams and Sons, Ltd, à Dagenham Dock.

J. B.

***Sur les pivots des turbines à vapeur à axe vertical.*** — **P. Postel-Vinay.** — Mémoire présenté à la *Société des Ingénieurs civils de France*. Séance du 18 octobre 1907.

Le pivot des turbines à vapeur à axe vertical constituant l'un des points délicats de la construction de ces machines, M. Postel-Vinay se propose de montrer comment ont été solutionnés les problèmes que soulevait cette disposition.

Dans certaines turbines, le graissage des pivots est assuré par de l'eau sous pression dans les conditions suivantes :

La partie inférieure de l'arbre de la turbine porte deux trous de goujon et une rainure de clavette. Dans ces trous et cette rainure s'engagent des goujons et une clavette fixés dans une pièce en fonte de forme spéciale, qui constitue à proprement parler, le grain mobile de la crapaudine. Ce grain vient porter, par une surface annulaire, sur un grain également en fonte, fixé dans le bâti et dont tout mouvement de rotation est rendu impossible par des goujons vissés dans le bâti de la turbine. C'est dans l'espace laissé libre entre ces deux surfaces annulaires, qu'arrive l'eau de graissage sous pression. La pression de cette eau est variable suivant le type et la puissance des turbines, puisqu'elle doit être suffisante pour soulever légèrement la partie tournante, de manière que la rotation se fasse sur une véritable nappe d'eau. Les pressions généralement admises sont les suivantes :

18 à 20 kg. par cm. carré pour les turbines de 1 500 ch. ;
25 à 30 kg. par cm. carré pour les turbines de 4 000 ch. ;
35 à 40 kg. par cm. carré pour les turbines de 6 500 ch. et au-dessus.

Ces pressions, quoique inférieures à celles normalement adoptées pour les commandes hydrauliques de ponts tournants, presses à forger, etc., nécessitent, néanmoins, des tuyauteries particulièrement soignées et demandent des précautions spéciales.

Immédiatement au-dessus de la crapaudine proprement dite, se trouve un palier de guidage dont le coussinet est, soit en bois de gaïac, soit en métal antifriction, et dont le graissage est assuré par l'écoulement de l'eau sortant du pivot. A la sortie de ce palier, l'eau est renvoyée au condenseur où elle se mélange à l'eau de condensation.

Enfin M. Postel-Vinay signale qu'il est possible, au moyen d'une vis de fortes dimensions, de faire, dans de faibles limites, monter ou descendre l'arbre, pour permettre de régler les jeux entre les roues à aubes portées par l'arbre et les aubes distributrices ou les tuyères placées sur la carcasse de la machine.

La solution de graisser les pivots avec de l'eau était séduisante, le lubréfiant n'étant pas cher ; elle permettait, en outre, de n'avoir à prévoir aucun dispositif de presse-étoupe spécial empêchant les rentrées d'air au condenseur puisque le pivot et le palier de guidage contenus dans

l'espace même de la turbine en communication avec le condenseur formaient un joint hydraulique parfaitement étanche à l'air. Enfin, on n'avait à craindre aucune introduction d'huile dans la vapeur et l'eau condensée pouvait être renvoyée aux chaudières sans aucune épuration préalable. Mais elle avait aussi les inconvénients suivants :

Il était nécessaire, pour éviter tout grippement, d'employer de l'eau absolument pure et dépourvue de tout corps étranger ; il fallait donc soit avoir recours à des filtres à grand débit, soit prendre soin de n'alimenter les pivots qu'avec de l'eau distillée provenant de la condensation.

D'autre part, comme les paliers supérieurs étaient graissés à l'huile, il était nécessaire d'avoir un système de pompes à eau pour l'alimentation du pivot et un système de pompes à huile à basse pression pour les paliers supérieurs ; cela entraînait l'établissement d'une double tuyauterie de graissage.

Il a donc été reconnu préférable de réduire le nombre des pompes de graissage et de simplifier les tuyauteries en adoptant le graissage à l'huile des pivots.

La construction des pivots à huile est, d'ailleurs, presque identique à celle des pivots à eau. On y retrouve, en effet, les deux grains à surface portante annulaire et le palier de guidage immédiatement supérieur garni, dans ce cas, toujours en métal antifriction.

Il y a lieu de remarquer que, pour profiter quand même du gros avantage d'avoir de la vapeur condensée dépourvue de toute trace d'huile on a été amené à isoler complètement l'ensemble du pivot de la chambre de la turbine en communication avec le condenseur.

D'autre part, il a été nécessaire, pour empêcher des rentrées d'air au condenseur, de prévoir, au point où l'arbre traverse la carcasse de la turbine, un joint étanche. Dans l'espèce, ce joint est constitué par deux bagues en graphite, ne nécessitant pas de graissage et frottant contre l'arbre. Pour assurer, en outre, une étanchéité plus parfaite et éviter toute rentrée d'air au condenseur, on envoie un jet de vapeur dans cette sorte de presse-étoupe. Un déflecteur et une cuvette avec tuyau de vidange empêchent que la faible quantité de cette vapeur qui se condense ne glisse le long de l'arbre et, par suite, se mélange à l'huile de graissage du palier de guidage supérieur.

Les pressions adoptées pour le graissage à l'huile sont les mêmes que celles adoptées pour le graissage à l'eau, et les précautions à prendre sont également les mêmes.

D'une manière générale, on installe toujours deux pompes suffisantes pour assurer chacune le graissage du nombre total d'unités constituant l'usine, l'une de ces pompes devant servir de secours en cas d'avarie à celle en service. Le tuyau collecteur de refoulement de ces pompes est souvent double et, dans ce cas, la tuyauterie est prévue de manière que chaque pompe puisse débiter dans l'un ou l'autre collecteur, ceux-ci étant également reliés l'un à l'autre au pivot de chaque turbine. Enfin, un accumulateur d'eau ou d'huile sous pression est également prévu, branché sur le collecteur de refoulement des pompes de graissage, pour assurer le service en cas d'accident, pendant le temps nécessaire à la mise en fonctionnement de la pompe de secours.

Pour parer au cas où une pompe de graissage viendrait à s'arrêter, par suite de la rupture d'un fusible du moteur de commande, par exemple, les accumulateurs sont généralement munis d'un avertisseur sonore prévenant le personnel du moment où ils commencent à fonctionner.

Les turbines à axe vertical ayant été l'objet de critiques ayant trait au pivot, l'auteur tient à signaler que, même au cas où le graissage viendrait à manquer complètement, il ne paraît pas devoir en résulter d'avarie grave. Le fait a été expérimenté à titre d'essai en Amérique, sur une turbine de 5000 kilowatts tournant à 500 tours et dont le poids des masses en mouvement était d'environ 35 tonnes. Alors que cette machine était en pleine vitesse, on a arrêté l'arrivée d'huile au pivot et coupé la vapeur ; après stoppage de la turbine (qui s'est produit en quelques minutes au lieu de 50 minutes, temps normal) la crapaudine a été démontée et les grains ont été vérifiés. Ils ne portaient que quelques traces de grippement insignifiantes et ont été remontés *tels quels* sans aucune rectification.

L'auteur a eu l'occasion, il y a un an, de vérifier lui-même ce fait, lors de la mise en route d'une unité de 1500 chevaux. Par deux fois,

accidentellement, le graissage a manqué au pivot, alors que la turbine tournait à 1 500 tours. On a immédiatement coupé la vapeur, l'arrêt s'est également produit en quelques minutes et les deux fois, après vérification des faces portantes, les grains ont été remis en place sans avoir subi aucune réparation. Or, depuis un an, cette turbine assure un service public régulier sans qu'il y ait eu aucun inconvénient du fait du pivot.

L'on peut ajouter que, dans le cas du graissage par huile, c'est la même huile qui ressert presque indéfiniment et qu'il suffit de compenser les seules pertes qui peuvent se produire par fuites dans les tuyauteries. Cela suffit à prouver qu'il n'y a pas usure des surfaces en contact.

Ces quelques considérations tendent à établir que le pivot en question n'est pas un organe aussi délicat qu'on pourrait le croire.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Sur le fonctionnement des parafoudres à cylindres.*** — **J. Liska.** — *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 27 octobre 1907.

Le fonctionnement du parafoudre à cylindres de Wurtz n'a pas encore été étudié d'une manière suffisamment complète, et c'est ainsi que l'on a dit qu'il ne dépendait que de la matière constituant les cylindres. L'insuffisance de cette assertion est manifeste, car elle ne permet pas d'expliquer l'avantage d'un grand nombre de cylindres, constaté expérimentalement. Steinmetz a signalé le premier (Proc. of The Am. Inst. of El. Eng. Vol. XXV, p. 632 et 653) l'influence de la capacité des cylindres entre eux et par rapport à la terre.

Considérons une rangée de cylindres (fig. 1), le milieu O étant réuni à la terre et ayant ainsi un potentiel nul : les deux extrémités de cette rangée sont reliées aux conducteurs à protéger, et ont une différence de potentiel égale respectivement à $+V_1$ et $-V_1$ par rapport au point O. A la distance $\pm l$ de l'origine O, le potentiel a ainsi la valeur $\pm V$ ; si l'on prend pour unité de longueur la distance entre les centres de deux cylindres, $l$ mesurera aussi le nombre des cylindres compris entre l'origine et le point considéré.

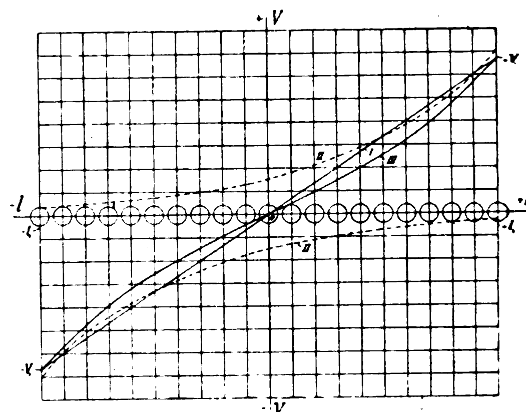



Fig. 1. — Répartition des potentiels dans le parafoudre à cylindres.

1° Soit $V = f(l)$, et négligeons d'abord l'effet de la terre ; en faisant abstraction de la résistance et de la self-induction des cylindres, très faibles d'ailleurs, un courant déwatté circule entre les deux conducteurs, par suite de la capacité mutuelle de deux cylindres voisins. Soit C cette capacité par unité de longueur, le nombre des cylindres étant supposé infini, et

$$X = \frac{1}{2\pi f C}$$

la réactance correspondante. Le courant est ainsi

$$J = \frac{V_1}{l_1} \times 2\pi f C,$$

et le potentiel au point $l$

$$V = \frac{V_1}{l_1} \times l. \qquad (1)$$

La courbe représentative est donc une ligne droite (courbe I, fig. 1), et l'on a entre deux cylindres voisins un accroissement de tension défini par l'équation

$$\frac{dV}{dl} = \frac{V_1}{l_1}. \qquad (2)$$

Les égalités (1) et (2) indépendantes de $f$ sont applicables au courant continu.

2° Tenons compte maintenant de la capacité des cylindres par rapport à la terre, et soit $C_0$ cette capacité par unité de longueur. La dérivation de courant sur la longueur $dl$ est

$$dJ = VBdl,$$

en désignant par B la susceptance correspondante à $C_0$. L'on en déduit

$$J = J_0 + \int_0^l V dl.$$

Or la chute de tension correspondante est

$$dV = J \cdot X \cdot dl,$$

d'où

$$\frac{dV}{dl} = J_0 X + B \cdot X \int_0^l V dl.$$

En différenciant encore une fois l'on obtient

$$\frac{d^2V}{dl^2} = B \cdot X \cdot V,$$

équation différentielle dont l'intégrale générale est

$$V = A_1 e^{al} + A_2 e^{-al},$$

en posant

$$a^2 = BX,$$

d'où

$$a = \sqrt{\frac{C_0}{C}}.$$

Pour $l = 0, V = 0$,

et pour $l = l_1, V = V_1$.

Les constantes $A_1$ et $A_2$ sont donc déterminées par la relation

$$A_1 = -A_2 = \frac{V_1}{e^{al_1} - e^{-al_1}},$$

d'où finalement

$$V = V_1 \frac{e^{al} - e^{-al}}{e^{al_1} - e^{-al_1}}. \tag{3}$$

La tension entre deux cylindres voisins est ainsi définie par l'équation

$$\frac{dV}{dl} = aV_1 \frac{e^{al} + e^{-al}}{e^{al_1} - e^{-al_1}}. \tag{4}$$

La répartition des potentiels n'est donc plus linéaire, mais est représentée par la différence des ordonnées des courbes exponentielles II (fig. 1) c'est-à-dire par la courbe III.

La tension entre deux cylindres augmente avec $l$, et l'allure de la courbe est d'autant plus prononcée que $a$ et $l_1$ sont plus grands. La fréquence $f$ est sans influence, contrairement à l'opinion de Steinmetz prétendant qu'avec le courant continu la répartition des potentiels est toujours linéaire.

L'influence de cette répartition sur le fonctionnement de l'appareil est la suivante :

Si le potentiel d'un conducteur, vis-à-vis de la terre, dépasse une certaine valeur, la différence de potentiel entre les deux premiers cylindres correspondant à ce conducteur va croître jusqu'à ce qu'une étincelle jaillisse.

L'étincelle ainsi amorcée se propage progressivement jusqu'à ce que tous les éclateurs soient en activité si la décharge est suffisamment puissante.

Dans ce cas, la répartition des potentiels est évidemment linéaire, les courants passant dans les arcs formés entre deux cylindres consécutifs étant beaucoup plus intenses que ceux dus aux effets de capacité des cylindres par rapport à la terre.

Mais cette tension ne suffit pas à maintenir l'arc entre deux cylindres, surtout si ceux-ci sont fabriqués en matière convenable, et la rupture des arcs se fait progressivement en sens inverse de l'amorçage.

L'avantage d'un grand nombre de cylindres est donc, comme nous l'avons vu, de déterminer une courbure présentant une forme prononcée (fig. 1) dans la répartition des potentiels ; quant au rapport $a$, dont l'influence est également favorable, l'on ne devra pas s'en remettre au hasard pour sa valeur, mais s'efforcer de rendre ce rapport uniforme pour tous les cylindres.

Le tableau suivant donne en fonction les valeurs respectives de

$$\left(\frac{dV}{dl}\right)_{l_1} \text{ et } \left(\frac{dV}{dl}\right)_0$$

correspondant aux points O et $l_1$, pour $V = 15000$ volts et $l_1 = 150$.

| $a$ | $\left(\frac{dV}{dl}\right)_{l_1}$ | $\left(\frac{dV}{dl}\right)_0$ |
|---|---|---|
| 0 | 100 | 100 |
| 0,01 | 170 | 72,2 |
| 0,02 | 300 | 30,1 |
| 0,03 | 450 | 10,1 |
| 0,04 | 600 | 3,0 |
| 0,05 | 750 | 0,74 |

Quant à la capacité $C_0$, elle peut être augmentée et rendue uniforme très facilement en disposant, parallèlement au plan des axes des

cylindres, et de chaque côté de ceux-ci, deux lames métalliques reliées au sol et recouvertes au besoin d'un isolant.

Pour que l'arc ne puisse persister entre deux cylindres, il faudra évidemment s'arranger de manière à ce que l'on ait :

$$\frac{V_1}{l_1} = \frac{V'}{\mu},$$

$V'$ étant la tension par unité de longueur nécessaire pour l'arc et $\mu$ un coefficient $> 1$ à déterminer par expérience.

D'autre part, afin que l'étincelle puisse jaillir entre les deux premiers cylindres d'une extrémité $l_1$, l'on devra également avoir

$$\left(\frac{dV}{dl}\right)_{l_1} = \frac{V''}{\nu},$$

$V''$ désignant la tension explosive par unité de longueur entre les cylindres, et $\nu$ un autre coefficient $> 1$, également à déterminer.

P. S.

## MESURES

***Relevé des courbes de transformateurs.* — T.-R. Lyle.** — Mémoire lu à la *Physical Society*, Londres.

Dans un transformateur, le flux magnétique résultant F peut être déterminé lorsque l'on connait les ampèretours résultants instantanés $n_1C_1 + n_2C_2$ ; l'intégrale

$$\int (n_1C_1 + n_2C_2)\, dF$$

donne alors, pour une période, les pertes par hystérésis.

Mais, en pratique, les ampèretours $n_1C_1$ et $n_2C_2$ sont sensiblement égaux et opposés, de telle sorte que leur somme est très petite, et que de faibles erreurs commises en mesurant séparément leurs valeurs occasionnent une erreur considérable dans l'évaluation de leur somme. Dans un mémoire précédent (« Wave Tracer and Analyser » Phil. Mag., novembre 1903), l'auteur a montré que lorsqu'un courant périodique $C_1$ traverse la bobine primaire d'une paire de deux bobines ayant un coefficient d'induction mutuel égal à $M_1$, et que la bobine secondaire est reliée, au moyen d'un commutateur convenable tournant synchroniquement, et agissant deux fois par période à une résistance élevée $r$, en série avec un galvanomètre, celui-ci dévie d'un angle constant $\gamma_1$ déterminé par l'égalité

$$M_1C_1 = \frac{\lambda r T}{4} \gamma_1$$

$C_1$ étant la valeur instantanée à l'instant de la commutation, $\lambda$ une constante et T la durée d'une période [1]. Si l'on ajoute à cet ensemble une deuxième bobine primaire ayant un coefficient d'induction mutuelle $M_2$ avec la bobine secondaire, et parcourue par un courant de même période $C_2$, la déviation résultante $\gamma$ du galvanomètre sera égale évidemment à

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 = \frac{4(M_1C_1 + M_2C_2)}{\lambda r T}.$$

Si l'on choisit donc $M_1$ et $M_2$ tels que

$$\frac{M_1}{n_1} = \frac{M_2}{n_2} = M,$$

la déviation $\gamma$ sera, pour une position déterminée des balais, proportionnelle aux ampèretours résultants à l'instant de la commutation.

D'autre part, l'auteur a montré également que si l'on réunit une bobine de $\nu$ spires, traversée par un flux périodique F de fréquence $\frac{1}{T}$, et munie du même appareil que la bobine secondaire précédente, les déviations $\beta$ du galvanomètre sont liées aux valeurs instantanées F, correspondant à chaque position des balais, par la relation

$$F = \frac{\lambda r T}{4\nu} \beta,$$

qui permet de tracer la courbe du flux F.

---

[1] L'on arrive aisément à cette formule en remarquant que le courant $c$ dans le galvanomètre a pour valeur instantanée $\frac{M}{r} \cdot \frac{dC_1}{dt}$, et que, par conséquent, en employant un redresseur tournant, la déviation moyenne du galvanomètre est proportionnelle à

$$\frac{2}{T}\int_t^{t+\frac{T}{2}} \frac{M}{r} \times \frac{dC}{dt}\, dt$$

c'est-à-dire à $(C_1)_t$, $t$ étant le temps où se produit la commutation ; en effet, pour une courbe ne contenant que des harmoniques impairs, l'on a :

$$(C)_t = -(C_1)_{t+\frac{T}{2}}.$$

(N. D. T.)

Les bobines précédentes seront construites de préférence en enroulant des spires sur un disque en bois muni d'une gorge, le tout étant plongé ensuite dans de la paraffine.

Pour obtenir les valeurs de $M_1$ et de $M_2$, l'on peut opérer de la manière suivante :

Supposons qu'un courant périodique convenable circule dans la bobine secondaire $s$ ; joignons ensemble l'une des deux extrémités des bobines primaires $p_1$ et $p_2$, et relions le point de jonction à l'un des balais fixes frottant sur le commutateur tournant. Au moyen d'une clé à double direction, les extrémités restées libres des bobines $p_1$ et $p_2$ peuvent être reliées l'une ou l'autre à l'autre balai fixe ; enfin les deux balais mobiles sont reliés au galvanomètre en série avec la résistance ajustable. Pour obtenir dans les deux cas la même déviation, il faut évidemment que les deux résistances $r_1$ et $r_2$ en série avec le galvanomètre soient dans le rapport

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{M_1}{M_2},$$

relation qui permet de déterminer expérimentalement le rapport $\frac{M_1}{M_2}$.

Pour évaluer la valeur absolue de ces coefficients d'induction mutuelle, l'on peut se servir de méthodes de comparaison avec un étalon, en reliant par exemple en série le primaire de l'étalon et l'un des primaires $p_1$ ou $p_2$, et en réunissant, au moyen d'une clé à deux directions, l'un ou l'autre des secondaires correspondants au galvanomètre par l'intermédiaire du commutateur tournant. Le rapport des résistances en série avec le galvanomètre donne encore le rapport des coefficients d'induction mutuelle, à égalité de déviation.

L'on peut également faire l'essai suivant :

Un courant alternatif traverse une balance de Kelvin, et au moyen du commutateur tournant et du galvanomètre précédemment décrits, l'on relève un certain nombre d'ordonnées $\gamma$ également espacées (30 par exemple) ; le courant efficace B est mesuré par la balance, et par suite, en désignant par $\bar{\gamma}$ la moyenne des ordonnées relevées, l'on a :

$$B = \frac{\lambda r T}{4M} \bar{\gamma},$$

égalité d'où l'on peut tirer la valeur de M.

Pour déterminer $\lambda$, l'on envoie un courant continu B connu à travers une résistance étalon $\rho$ shunté par une résistance R en série avec le galvanomètre qui donne alors une déviation $d$ :

$$\lambda d = \rho \frac{B}{R}.$$

L'auteur a appliqué la méthode que l'on vient de décrire à un petit transformateur, du type à anneau, d'environ $\frac{1}{2}$ K. W. Le rapport de transformation était de 6 et la fréquence atteignait 50 périodes à la seconde.

Le montage est représenté par la figure 1 ; le courant primaire $C_1$ fourni par un petit convertisseur est amené par les conducteurs $C_1$. Dans un de ces conducteurs est intercalé un commutateur $a_1$ au moyen duquel le courant $C_1$ peut être envoyé dans la bobine $p_1$ du transformateur T à triple enroulement précédemment décrit, ou dans une bobine de compensation $b_1$ identique, lorsque l'on trace le courant $I_2$. La tension primaire $E_1$ était déterminée en traçant la courbe du courant passant dans une résistance non inductive de 1 220 ohms. Une induction mutuelle $m_1$ (fig. 1) de 0,00061 henry était

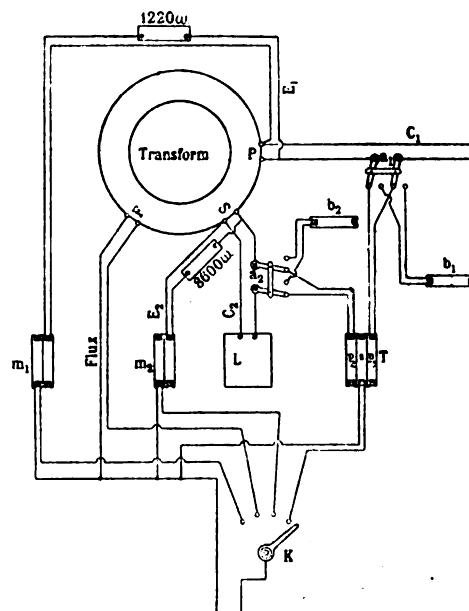



Fig. 1. — Montage des appareils pour le relevé des courbes.

alors employée. La courbe de la tension $E_2$ fut établie de la même manière, la résistance étant

de 8660 ohms et l'inductance $m_2$ (fig. 1) de 0,003535 henry.

Quant au courant $C_2$ absorbé par l'appareil constituant la charge L, au moyen du commutateur $a_2$, il pouvait être dirigé dans la bobine $p_2$

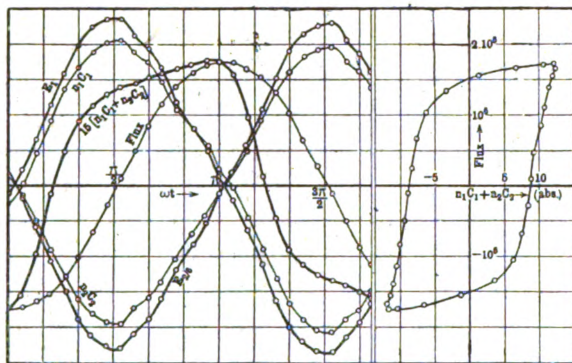


Fig. 2. — Courbe relevée expérimentalement relative à la marche à pleine charge sur circuit non inductif. Durée de la période : 0,02053 sec.

ou dans la bobine de compensation $b_2$, quand on traçait la courbe $C_1$. La courbe $n_1C_1 + n_2C_2$ était déterminée en faisant passer en même temps les courants primaires $C_1$ et $C_2$ dans leurs enroulements respectifs $p_1p_2$. Enfin, en F se trouvent représentées les extrémités d'une spire en fil isolé entourant le noyau du transformateur, et servant à tracer la courbe du flux F.

Au moyen du commutateur K, l'on pouvait relier au galvanomètre, par l'intermédiaire du commutateur, les divers circuits. Pour tenir compte des faibles courants absorbés par les circuits servant à la mesure des tensions, on retrancha de la courbe du courant primaire, les valeurs instantanées du courant passant dans $m_1$, et on additionna, à la courbe du courant secondaire, les valeurs instantanées du courant passant dans $m_2$ ; cette correction fut faite également pour la courbe $n_1C_1 + n_2C_2$, et, dans ce dernier cas, elle a une grande importance. L'auteur a ainsi relevé divers diagrammes dont nous reproduisons, à titre d'exemple (fig. 2), celui relatif à la pleine charge sur circuit L non inductif ; à droite, se trouve la boucle d'hystérésis tracée d'après les valeurs de F et de $n_1C_1 + n_2C_2$, et dont l'aire mesure l'énergie absorbée par période.

J. B.

# BREVETS

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Perfectionnements à la commande des moteurs électriques à courant continu et à vitesse variable.* — Ateliers Thomson-Houston.** — Brevet français n° 379100, publié le 27 octobre 1907.

Lorsque l'on alimente un moteur à vitesse variable par une génératrice à excitation séparée et à vitesse constante (commande des laminoirs par exemple), il arrive fréquemment que, si l'on veut arrêter le moteur en supprimant l'excitation de la génératrice, sans couper le circuit principal, l'on ne parvient pas à un arrêt complet, à cause du magnétisme rémanent qui suffit à engendrer une tension assez notable pour occasionner la rotation du moteur à faible allure, ou tout au moins à diminuer considérablement la rapidité de l'arrêt. D'autre part, l'on ne peut espérer arriver à contre-balancer l'effet de cette aimantation en renversant l'excitation de la génératrice, car les rhéostats de champ ordinairement employés ne sont pas suffisamment sectionnés pour permettre de réduire le courant d'excitation à la valeur voulue ; l'on risque alors de faire repartir le moteur en sens inverse. Pour remédier à cet inconvénient, l'on peut prévoir un faible enroulement auxiliaire démagnétisant qui est parcouru par un courant convenable lorsque l'on coupe le circuit de l'excitation normale. On peut réaliser le même but plus commodément de la manière suivante : lorsque l'on interrompt le courant dans l'enroulement inducteur, l'on branche cet enroulement (ou une portion de cet enroulement) aux bornes de l'induit de la génératrice, de manière que son action soit contraire à celle du magnétisme rémanent. La génératrice se trouve alors dans le cas d'une machine shunt tournant en sens inverse du sens convenable pour l'amorçage, et ne produit donc aucun courant.

***Rupteur électromagnétique.* — Eisemann.** — Brevet français n° 379198, publié le 26 octobre 1907.

Pour l'allumage des moteurs à explosion, l'on peut se servir d'un rupteur actionné par un électro-aimant muni d'un enroulement A et monté en série avec le rupteur. Lorsqu'on lance le courant dans le circuit ainsi constitué, la tou-

che mobile du rupteur, maintenue en contact avec la touche fixe par un ressort approprié, se trouve donc arrachée par l'électro-aimant et il se produit entre les deux touches une étincelle de rupture, qui peut enflammer le mélange détonant.

Ce genre de rupteur a l'inconvénient de donner lieu à une succession de fermetures et de ruptures en général trop rapide pour que l'arc entre les touches ait le temps d'acquérir toute sa puissance. Pour remédier à cet inconvénient, l'inventeur propose de munir l'électro-aimant d'un deuxième enroulement B dont les effets magnétisants s'ajoutent à ceux de A ; cet enroulement, de résistance ohmique relativement élevée, est monté en dérivation sur l'ensemble formé par l'enroulement A et le rupteur, de telle sorte que le courant qui y circule n'est jamais interrompu. L'on conçoit dès lors que, lorsque l'arc commence à jaillir, l'électro-aimant B continue l'arrachement de la touche mobile, malgré la diminution de l'effort produit par A.

Les ruptures sont ainsi plus franches, et l'étincelle devient plus puissante.

## LAMPES ÉLECTRIQUES

***Lampe à mercure.*** — **M. Ang.** — Brevet allemand n° 190 264.

L'ampoule de cette lampe à mercure est en forme de bouteille *a* (fig. 1). Une anode *d* auxiliaire est utilisée seulement au début pour l'allumage ; elle est disposée assez près de la surface du mercure qui remplit le fond de la bouteille, et qui sert de cathode, pour qu'une faible oscillation imprimée à la lampe suffise à provoquer le contact de cette anode avec le mercure *c*, et par suite l'existence d'un arc auxiliaire qui amorce l'arc principal.

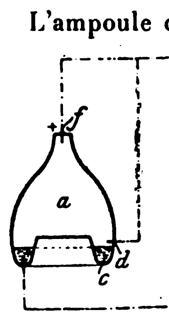


Fig. 1. — Lampe à mercure.

***Procédés pour la fabrication des filaments.*** — **British Thomson-Houston Company.** — Brevet anglais n° 19 398, publié le 24 octobre 1907.

Ce brevet est relatif à la fabrication de filaments pour les lampes électriques, les fours, etc. Du graphite pur, obtenu en chauffant un dépôt de noir de fumée dans un four électrique tubulaire à 3 000° centigrades est mélangé avec un liant convenable de manière à former une pâte. Celle-ci sert à former des filaments qui sont ensuite chauffés à 400° pour carboniser la matière servant de liant et produire un filament entièrement en graphite. Enfin les filaments ainsi obtenus sont chauffés par le passage d'un courant, dans le vide.

***Procédés de traitements des corps incandescents pour lampes électriques à incandescence en vue d'en apprécier la qualité.*** — **Société Westinghouse.** — Brevet français n° 379 342, publié le 31 octobre 1907.

Pour les filaments d'une épaisseur inférieure à $\frac{1}{10}$ millimètre, il est presque impossible de contrôler l'uniformité du diamètre, au moyen de palmers, vis micrométriques, etc. Dans le présent brevet se trouve proposée la méthode suivante :

Lorsque l'on chauffe jusqu'à l'incandescence un filament, dans le vide ou dans un gaz neutre, au moyen d'un courant électrique, les portions de plus faible diamètre s'échauffent davantage, mais il est impossible de distinguer à l'œil ces portions. Si, au contraire, l'on coupe le courant, et qu'on le rétablisse pendant quelques instants, après avoir laissé refroidir le filament, l'on constate que les parties de plus faible diamètre rougissent au blanc, tandis que les autres demeurent au rouge sombre. L'on peut également se baser sur la coloration que possède le filament après avoir été chauffé ; grâce à l'inégalité de l'échauffement, il se produit des taches qui peuvent donner par comparaison des indications suffisamment précises.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Le mécanicien industriel,*** par **P. Blancarnoux.** – 1 vol. in-8 de 820 pages avec 400 figures. — H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris. — Prix : broché, 12 francs ; cartonné, 13 fr. 25.

Il n'est pas si facile de faire un bon manuel à l'usage des contremaîtres, ouvriers, etc., et l'on s'en aperçoit bien à la lecture du présent volume. En effet, quoique les connaissances exigées doivent toujours être élémentaires, il ne suffit pas de découper des passages de catalogues à droite et à gauche, et d'essayer de fondre le tout avec quelques remarques plus ou moins exactes. La besogne à effectuer est autrement sérieuse et exige des connaissances beaucoup plus étendues que celles nécessitées par la lecture du livre, afin de pouvoir faire un choix judicieux des éléments réellement indispensables. Malheureusement, malgré sans doute la bonne volonté de l'auteur, nous ne croyons pas que le présent ouvrage soit exempt de semblables critiques, et il nous a paru rempli de conceptions ou documentations par trop personnelles. C'est ainsi que nous avons appris avec étonnement la naturalisation américaine du Pr Silvanus P. Thomson à propos d'une explication du décalage des balais dans les dynamos ; celle-ci n'est d'ailleurs précédée d'aucune théorie, même élémentaire, de la production de la force électromotrice. L'auteur déclare, en outre, que les machines à courant alternatif ne sont guère employées que pour l'éclairage à arc, et l'on trouve un dessin de régulateur à arc ordinaire pour projection, présenté sous le nom de lampe mixte, etc. Pensant être plus heureux, avec des sujets moins spéciaux que l'Electrotechnique, nous nous sommes rejeté sur les chapitres traitant les machines à vapeur et les moteurs à gaz ; là encore, nous n'avons guère trouvé (surtout pour les derniers) que des descriptions hâtives de moteurs démodés depuis fort longtemps ou même n'ayant jamais été réalisés. Il faut bien convenir que de tels documents conviennent peu à un traité essentiellement pratique.

Dans sa préface l'auteur annonce la préparation d'un aide-mémoire destiné aux ingénieurs, et nous attendons la publication de ce formulaire pour juger définitivement son œuvre.

J. B.

***Praktische Photometrie*** (Photométrie pratique), par le Dr **Liebenthal.** — 1 vol in-8 carré de 445 pages, avec 200 figures. — Friedr. Vieweg und Sohn, éditeurs, Brunswick. — Prix : broché, 19 marks ; relié, 20 marks.

Le nom de l'auteur, professeur au Reichsanstalt, à Charlottenburg, est suffisamment connu pour servir de garantie à la valeur de l'ouvrage. Le but de celui-ci est de fournir un guide complet des connaissances nécessaires pour opérer les mesures photométriques. Autant que possible l'auteur a employé des méthodes élémentaires de calcul, et d'ailleurs l'on trouve en appendice une exposition fort claire des principes supposés connus du lecteur. Enfin de nombreux exemples facilitent la compréhension des formules. Les divisions de cet ouvrage sont les suivantes :

Chapitre I. Nature de la lumière et sources.
Chapitre II. Étude des radiations.
Chapitre III. Principes de photométrie.
Chapitre IV. Unités et étalons.
Chapitre V. Photométrie monochrome.
Chapitre VI. Photométrie polychrome.
Chapitre VII. Photométrie spectrale.
Chapitre VIII. Évaluation des intensités lumineuses moyennes.
Chapitre IX. Organisation des essais photométriques.
Chapitre X. Répartition de la lumière pour les diverses sources.
Chapitre XI. Applications à l'éclairage.
Chapitre XII. Prescriptions pour les mesures photométriques.

L'ouvrage contient, comme bien on le pense, les résultats des intéressants travaux effectués par le Dr. Liebenthal au laboratoire du Reichsanstalt.

Enfin, la documentation est fort complète, et nous ne pouvons que nous féliciter de la publication d'un traité de semblable valeur.

P. S.

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 30 Novembre 1907. 14e Année. — N° 48.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



## SUR LE TRANSFORMATEUR A RÉSONANCE *(Suite)* (1)

### *Instabilité des régimes permanents.*

Lorsqu'on manipule, l'on constate dans certains cas l'existence de plusieurs régimes permanents distincts, correspondant à des valeurs très différentes du courant primaire, et s'établissant tantôt l'un tantôt l'autre. Ce phénomène, observé par le capitaine Ferrié, peut s'expliquer assez facilement par l'emploi d'une bobine de self-induction à noyau saturé. Pour simplifier, nous supposerons encore avoir affaire à une simple bobine de self-induction en série avec un condensateur, et nous négligerons les pertes ; comme il s'agit d'une recherche purement qualitative, ces hypothèses sont admissibles.

Dans ces conditions, la tension aux bornes de la bobine peut, en fonction du courant I et pour une position déterminée du noyau, être représentée par une courbe OM (fig. 5) ayant l'allure d'une caractéristique à vide (2).

$$U_s = f(I).$$

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 26 octobre, 2 et 9 novembre 1907, pages 115, 145 et 217. Dans l'article du 26 octobre 1907, page 115, note 5, le lecteur est prié de lire, à la fin de la deuxième ligne de cette remarque, *circuit oscillant* au lieu de condensateur.

Dans l'article du 2 novembre, page 148, formule (8), le facteur C doit être remplacé par $C^2$, au second terme du numérateur de la fraction.

(2) En réalité, la saturation entraîne la production d'harmoniques, mais dans le cas présent, on peut les supposer de peu d'importance vis-à-vis de l'onde fondamentale, au voisinage de la résonance.

D'autre part, cette tension $U_s$ doit satisfaire d'après la loi d'Ohm à l'égalité :

$$E = \pm \left( U_s - \frac{I}{\omega C} \right) \text{(1)},$$

E étant toujours la tension de la source; les points d'intersection du système de droites parallèles AM, A'M', représentant la dernière équation avec la courbe $f(I)$ déterminent les régimes possibles OH, OH', OH″ pour une position du noyau de la bobine de réglage et pour une valeur de la capacité données.

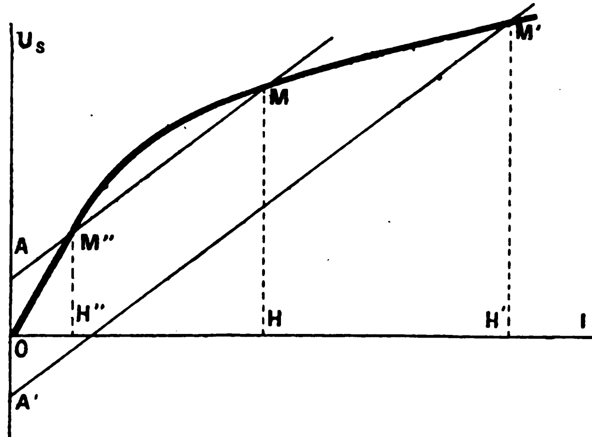



Fig. 5. — Étude de l'influence de la saturation du noyau de la bobine de self-induction.

Ce phénomène montre l'influence désastreuse de la saturation ; indépendamment de toutes pertes, l'on voit qu'il ne saurait être question dans ce cas d'une résonance proprement dite.

## II. — Résonance par le secondaire.

### A. — *Étude rigoureuse.*

Au lieu de chercher la résonance en faisant varier la self-induction primaire, l'on peut également se servir de bobines de self-induction réglables intercalées dans le secondaire. La discussion peut encore se faire au moyen de l'équation (5) mise sous la forme

$$\frac{E_1}{U_2} = \frac{1}{M} \left\{ [-L_1 - \omega^2 CM^2 - CR_1R_2 + \omega^2 CL_1L_2] + [-\omega CR_2L_1 + \frac{R_1}{\omega} - \omega CR_1L_2] j \right\} \quad (21)$$

L'on voit que les deux termes du second membre sont également des fonctions linéaires de $L_2$, et que l'on peut suivre les variations du rapport $\frac{E_1}{U_2}$ au moyen d'un diagramme (fig. 6) analogue à celui de la figure 2.

Dans ce nouveau diagramme, l'on a ainsi (en valeur absolue) :

(1) Le signe $\pm$ provient de ce que l'égalité en question peut avoir lieu pour des valeurs $\frac{I}{\omega C}$ supérieures à $U_s$ (dans le cas du noyau non saturé cela revient à admettre $\frac{1}{\omega C} > \omega L$). Dans le cas où l'on ne néglige pas les résistances, il est facile de démontrer que les deux droites sont remplacées par une ellipse, dont le centre coïncide avec l'origine, et ayant comme axe principal une droite menée par O parallèlement à AM et A'M'.

$$OA = L_1 + \omega^2 CM^2 + CR_1R_2$$
$$AB = \omega CR_2L_1 - \frac{R_1}{\omega}$$
$$BC = \omega^2 CL_1L_2$$
$$CM = \omega CR_1L_2$$

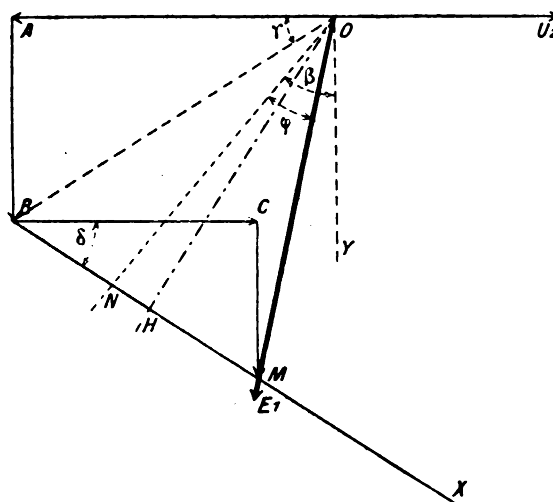



Fig. 6. — Épure pour l'étude de la résonance par le secondaire.

d'où

$$OM = \frac{E_1}{U_2}.$$

Si l'on fait varier $L_2$ au moyen d'une inductance secondaire réglable, l'on voit que le point M se déplace sur la droite fixe BX et que la résonance correspond encore au cas où OM se confond avec la perpendiculaire OH abaissée du point O sur BM. L'on calcule la valeur de $L_2$ correspondante au moyen du triangle rectangle OHB :

$$\begin{aligned} MB &= OB\cos(\delta + \gamma) \\ &= (CR_1R_2 + CM^2\omega^2 + L_1)\cos\delta - \left(L_2\omega CR_2 - \frac{R_1}{\omega}\right)\sin\delta, \end{aligned}$$

d'où, en appelant $Z_1$ l'impédance $\sqrt{R_1^2 + L_1^2\omega^2}$, et en tenant compte de la relation

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{R_1}{L_1\omega},$$

l'on tire

$$L_2 = \frac{(CR_1R_2 + CM^2\omega^2 + L_1)L_1\omega - \left(L_1\omega CR_2 - \frac{R_1}{\omega}\right)R_1}{Z_1^2\omega C} \qquad (22)$$

En opérant d'une manière identique pour calculer OM, l'on obtient aisément la valeur suivante du rapport $\frac{E_1}{U_2}$ :

$$\begin{aligned} \frac{E_1}{U_2} &= \frac{1}{M} \times \frac{(CR_1R_2 + CM^2\omega^2 + L_1)R_1 + \left(L_1\omega CR_2 - \frac{R_1}{\omega}\right)L_1\omega}{Z_1} \\ &= \frac{1}{M} \times \frac{CZ_1^2R_2 + CR_1M^2\omega^2}{Z_1}. \end{aligned}$$

Comme dans tous les cas précédents, la surtension n'est encore limitée que par les résistances ohmiques.

Cherchons la valeur de l'angle $\varphi_1$ de décalage entre $E_1$ et $I_1$, et pour cela revenons à l'équation (9) encore valable. Elle montre, comme on l'a vu, que le courant $I_1$ est en retard de $\frac{\pi}{2}+\beta$ sur $U_2$, et par suite, en menant ON (fig. 6) tel que $\widehat{YON}=\beta$, l'on obtient en MON l'angle $\varphi$ cherché, la tension $E_1$ étant en avance sur le courant $I_1$, lorsque le vecteur OM est à droite de ON.

Comme l'angle $\beta$ est variable avec $L_2$ (voir plus haut), la détermination graphique de l'angle $\varphi$ n'est pas aussi commode que dans le cas où $L_1$ est pris comme variable ; toutefois l'on reconnaît à première vue que l'angle $\varphi$ à la résonance est égale à $\beta-\delta$ (les valeurs positives correspondant à un retard de $I_1$ sur $E_1$), et par suite l'angle de décalage du circuit primaire n'est nul que si l'égalité

$$\frac{R_2\omega C}{L_2C\omega^2-1}=\frac{R_1}{L_1\omega}$$

est satisfaite.

Dans le cas général, $\varphi$ peut être *positif ou négatif,* suivant que

$$\beta \gtrless \delta.$$

Lorsque la différence $L_2C\omega^2-1$ est négative, l'angle $\varphi$ peut même être voisin de $\frac{\pi}{2}$.

C'est là une différence théorique essentielle avec la résonance par le primaire, mais en pratique, l'angle $\varphi$ sera souvent encore négligeable.

Au point de vue des applications, la résonance par le secondaire ne paraît pas, jusqu'à présent, offrir un intérêt aussi grand que celle par le primaire, pour des motifs indiqués plus loin. Aussi nous ne nous arrêterons pas davantage à l'étude rigoureuse et nous passerons à l'étude graphique approchée.

B. — *Étude graphique approchée.*

Si l'on admet encore que l'égalité (9″) est suffisamment exacte, l'on peut écrire que les ampèretours secondaires sont égaux et opposés aux ampèretours primaires.

A la vérité, dans cette égalité, $L_2$ représente la self-induction totale secondaire, y compris les fuites magnétiques et la self-induction additionnelle ; toutefois, devant la self-induction secondaire du transformateur relative au circuit magnétique principal, l'on peut considérer les autres comme négligeables, étant donné le degré d'approximation que l'on s'est fixé.

Dans ces conditions, les équations (12) et (13) s'appliquent immédiatement au cas de la résonance par le secondaire, et il suffit de prendre $l_2$ au lieu de $l_1$ comme variable. L'on retombera donc sur des résultats et conclusions analogues, et toutes les remarques faites au sujet de la résonance par le primaire conviendront également au cas de la résonance secondaire tant qu'il ne s'agira que d'une étude graphique approchée.

Dans le cas où la self-induction propre de la bobine secondaire additionnelle n'est pas négligeable devant la self-induction totale de l'enroulement secondaire du transformateur, et que, d'autre part, l'unité n'est pas négligeable devant la quantité $L_2\omega^2C$, l'équation (9) conduit aux remarques importantes suivantes :

1° Puisque la relation (9) entre $I_1$ et $U_1$ n'est pas indépendante de $L_2$, lorsque l'on cherche la résonance en faisant varier cette dernière quantité le maximum du courant primaire I

ne coïncide pas avec le maximum de la tension secondaire $U_2$, et c'est déjà là une différence essentielle avec le cas de la résonance par le primaire.

2° Pour la même raison, si l'on établit le rapport entre la puissance apparente absorbée au primaire $E_1I_1$ et la puissance apparente A définie plus haut, l'on trouve que ce rapport n'est pas minimum en même temps que le rapport $\frac{E_1}{U_2}$, c'est-à-dire ne correspond pas à la résonance. L'on pourrait évidemment chercher le minimum du rapport $\frac{E_1I_1}{A}$ en fonction de $L_2$, mais, en outre de la complication du problème ainsi défini, la solution n'offrirait pas un intérêt pratique suffisant, puisque l'on ne posséderait aucun critérium expérimental commode (tel que le maximum de longueur d'étincelle ou du courant primaire) pour s'assurer de ce que l'on a bien réalisé ce régime de fonctionnement.

A ce point de vue, la résonance par le secondaire n'est pas aussi avantageuse que la résonance par le primaire, sauf dans le cas où le produit $L_2C\omega^2$ est grand par rapport à l'unité. Elle présente même, dans ce dernier cas, l'avantage de faire travailler le transformateur à une charge moindre ; en effet, en régime permanent, le transformateur doit fournir très approximativement la puissance apparente $A = C\omega U_2^2$, si l'on emploie la résonance par le primaire ; dans le cas de la résonance par le secondaire, au contraire, le transformateur ne sert en quelque sorte qu'à modifier la tension du réseau ou de la source, afin de la rendre propre à la charge d'un condensateur, et il n'a qu'à fournir la puissance $\frac{A}{y}$, $y$ désignant comme précédemment le rapport de la tension secondaire obtenue avec résonance à celle qui serait obtenue sans résonance. Dans ce dernier cas, les pertes dans le fer du transformateur seront considérablement diminuées, l'induction devenant également $y$ fois plus faible pour un transformateur donné. En d'autres termes, pour obtenir la même surtension, la résonance par le secondaire nécessitera un transformateur plus réduit.

Cependant l'emploi d'une bobine de self-induction à haute tension compense et au delà cet avantage. Remarquons tout d'abord que la tension entre ses bornes atteint très approximativement à la résonance la tension aux bornes du condensateur ; une bobine de self-induction d'une tension aussi élevée devra être pourvue d'un isolement très soigné, qui en haussera considérablement le prix et augmentera les pertes, par suite de l'accroissement de l'espace non utilisé. Tout le gain réalisé sur le transformateur sera ainsi perdu ; d'autre part, il semble à peu près impossible jusqu'à présent de construire une bobine de self-induction à haute tension avec réglage progressif, par noyau plongeur notamment, surtout lorsque ce réglage doit s'opérer en marche, ainsi que cela se présente souvent en pratique.

Ces diverses raisons suffisent amplement à expliquer le peu d'applications faites de la résonance par le secondaire, et nous croyons que l'emploi d'inductances secondaires auxiliaires sera toujours limité à certains cas particuliers. L'on pourrait, par exemple, combiner ces deux procédés et intercaler dans le circuit secondaire une inductance *fixe* $l_2$ trop faible pour donner lieu à la résonance ; une inductance primaire $l_1$ *réglable* servirait à parfaire le réglage.

L'on bénéficierait ainsi simultanément, dans une certaine mesure, des avantages respectifs des deux procédés, et nous terminerons notre étude de la résonance par le secondaire, en indiquant sommairement la marche à suivre dans les projets d'une telle installation mixte.

*Méthode pratique de calcul.*

Supposons encore connues les quantités $\omega$, C, $E_1$, $U_2$.

L'on se fixera d'abord la valeur de la self-induction secondaire $l_2$, de manière à ce que l'on satisfasse à l'inégalité

$$l_2 C\omega^2 < 1.$$

En se donnant ensuite, comme précédemment, une valeur arbitraire pour le facteur

$$y = \frac{R_1 + \frac{R_2}{a^2}}{l_1 + \frac{l_2}{a^2}},$$

l'on en déduit, d'après (14) et (15),

$$a = \frac{U_2}{y E_1}$$

c'est-à-dire que, pour une valeur de $y$ donnée, le rapport de transformation $a$ est *indépendant* du procédé employé pour obtenir la résonance.

L'on obtient immédiatement la valeur de $l_1$, d'après l'équation (14):

$$l_1 = \frac{1 - l_2\omega^2 C}{C\omega^2} \times \frac{y^2 E_1^2}{U_2^2},$$

et, enfin, les valeurs de $I_1$ et de $\rho$ :

$$I_1 = \frac{C\omega U_2^2}{y E_1},$$

$$\rho = \frac{l_1\omega + \frac{l\omega_2}{a^2}}{y}.$$

Une fois ces calculs simples terminés, l'on pourra choisir le transformateur en suivant une méthode analogue à celle suivie pour la résonance primaire ; il suffit de remarquer que dans le cas présent, la puissance apparente débitée par ce transformateur en régime permanent est approximativement égale à

$$A(1 - l_2 C\omega^2),$$

en supposant que le facteur entre parenthèse soit une fraction assez importante pour que l'on n'ait pas à faire intervenir les résistances ohmiques ; la tension aux bornes secondaires du dit transformateur est en effet réduite dans la même proportion par rapport à $U_2$.

Cela fait, l'on terminera les calculs comme dans le cas de la résonance primaire ; en définitive, l'on voit que la marche de ces calculs n'a subi que de faibles modifications, et bon nombre des formules sont encore valables pour le procédé mixte de la résonance par le primaire et par le secondaire.

### III. — Recherche de la résonance en faisant varier la capacité.

Bien que ce cas ne se présente pas généralement en pratique, il peut arriver parfois que l'on dispose d'un transformateur donné et que l'on veuille connaître pour quelle capacité l'on obtient la tension secondaire la plus élevée pour une tension primaire déterminée.

D'ailleurs, la discussion est tout à fait analogue à celles faites dans les deux cas précédents. Revenons à la formule (5); l'on voit que les deux termes du second membre sont encore des fonctions linéaires de C, et que, par suite, l'on obtient de nouveau un diagramme analogue à celui des figures 2 et 6. Au moyen de l'équation (9), l'on remarque de plus que la

résonance ne correspond pas à une coïncidence de phase du courant et de la tension primaires, même lorsque l'unité se trouve négligeable devant le facteur $L_2C\omega^2$. Nous ne développerons pas la marche des calculs, ce qui allongerait par trop notre étude, laissant au lecteur le soin de construire le diagramme, d'après les principes indiqués ci-dessus.

Pour trouver sous une forme simple les valeurs correspondant au maximum, l'on suivra d'ailleurs de préférence la marche suivante :

Reprenons les équations (4) et éliminons $I_1$ puis $I_2$, en suivant un ordre inverse de celui qui nous a conduit à l'égalité (5) ; l'on arrive ainsi à l'équation

$$-E_1 \times \frac{M\omega j}{R_1 + L_1\omega j} = U_2\left[\rho_2 C\omega j + (1 - \lambda_2 C\omega^2)\right], \qquad (24)$$

en posant

$$\rho_2 = R_2 + \frac{R_1 \times M^2\omega^2}{Z_1^2}, \quad \left(Z_1 = \sqrt{L_1^2\omega^2 + R_1^2}\right)$$

$$\lambda_2\omega = L_2\omega - \frac{L_1\omega \times M^2\omega^2}{Z_1^2}.$$

Il est intéressant de remarquer que les valeurs ainsi définies ont une signification physique bien déterminée ; ce sont les valeurs de la résistance et de la self-induction apparentes que présenterait le circuit secondaire à un courant alternatif de fréquence $\omega$, le circuit primaire étant mis en court-circuit ($E_1 = O$).

Sous la forme (24), la recherche de la valeur de C donnant la tension $U_2$ maxima est plus aisée qu'avec l'équation (5).

En construisant, comme nous venons de le dire, un diagramme analogue à celui des figures 2 et 6, l'on trouve aisément que cette tension maxima a lieu pour

$$C = \frac{\lambda_2}{\rho_2^2 + \lambda_2^2\omega^2}$$

d'où, d'après (24), en passant aux quantités réelles,

$$U_2 = \frac{E_1 M}{Z_1} \times \sec\theta,$$

en posant

$$\cos\theta = \frac{\rho_2}{\sqrt{\rho_2^2 + \lambda_2^2\omega^2}}.$$

Cette formule, remarquable par sa simplicité, montre qu'en réalité la résonance ainsi obtenue diffère peu de celles correspondant aux variations de $L_1$ ou de $L_2$, lorsque les résistances ohmiques sont faibles par rapport aux inductances dues aux fuites fictives créées par les bobines de self-induction auxiliaires.

Au lieu de chercher la valeur de C donnant le maximum de la tension $U_2$, pour une valeur de $E_1$ donnée, l'on pourrait également se poser le problème suivant :

Déterminer la valeur de C qui donne la valeur maxima de la puissance apparente $A = C\omega U_2^2$.

Au moyen de l'égalité (24), ce problème est également très aisé à résoudre, mais nous n'indiquerons que les résultats correspondants :

$$C = \frac{1}{\sqrt{\rho_2^2 + \lambda_2^2 \omega^2}}$$

$$U_2 = \frac{E_1 M}{Z_1} \times \frac{1}{\sqrt{2(1 - \sin \theta)}}.$$

Les formules précédentes peuvent donner lieu à une discussion intéressante, cependant, selon nous, elles ne présentent pas un intérêt pratique aussi grand que celles relatives à la résonance obtenue au moyen d'inductances additionnelles.

Nous n'insisterons donc pas sur cette discussion, et nous terminerons l'étude des régimes permanents par l'exposé de la théorie des transformateurs spéciaux à fuites, appelés souvent plus spécialement transformateurs à résonance.

*(A suivre.)* J. BETHENOD.

## LES NOUVELLES POMPES-TURBINES *(Fin)* [1]

Tout récemment MM. C. H. Jaeger sont parvenus à réaliser une construction simple et ingénieuse, travaillant automatiquement, au moyen de laquelle, au moment même où la réaction se produit, elle est parfaitement équilibrée par une contre-pression dans une direction opposée ; cette contre-pression annule la poussée latérale et maintient ainsi les paliers libres de toute pression axiale.

La maison Worthington entreprit, d'après les brevets de MM. Jaeger, de Leipzig, la construction en série des pompes de ce modèle au commencement de l'année 1901 et livre environ jusqu'à 80 pompes-turbines par mois, rien que pour les États-Unis, ce qui constitue un exemple frappant du débouché immense offert dans ce pays pour les pompes de cette classe.

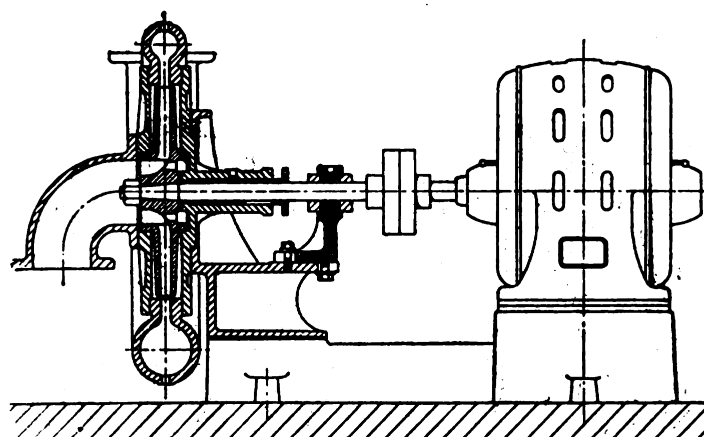
Les figures 9 et 10 montrent la pompe Worthington dite « Voluts » ; c'est une pompe centrifuge ordinaire prévue avec un seul canal circulaire ouvert entre l'orifice de sortie du propulseur et le tuyau de refoulement, de forme circulaire également au lieu des aubes directrices prévues dans une pompe à haute pression. Ce canal circulaire permet la transformation de la vitesse de l'eau en pression d'une manière si heureuse que, bien qu'étant à simple étage, il est possible de faire refouler la pompe jusqu'à 15 mètres, avec un rendement supérieur à 70 % dans la plupart des cas [2].

Au début, le propulseur de ces pompes était prévu avec des aubes non seulement intérieures, mais extérieures, lesquelles servaient à maintenir en mouvement l'eau se trouvant dans les chambres situées des deux côtés du propulseur. Ces aubes supplémentaires avaient pour but d'équilibrer la pression sur le joint intérieur en même temps que les fuites des deux côtés du propulseur. Ce but fut atteint, mais il arriva que les frottements s'élevèrent dans une proportion si notable qu'on dût abandonner ces aubes extérieures.

La figure 11 montre une pompe-turbine Worthington de construction ancienne qui se

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 23 novembre 1907, page 253.

(2) Une construction entièrement semblable fut créée par M. Decœur en 1877 et se trouve décrite dans l'ouvrage de R. Masse « Les Pompes ». Paris, 1903. Cet ouvrage bien connu traite avec la plus grande impartialité cette question des pompes centriges et à mouvements alternatifs.



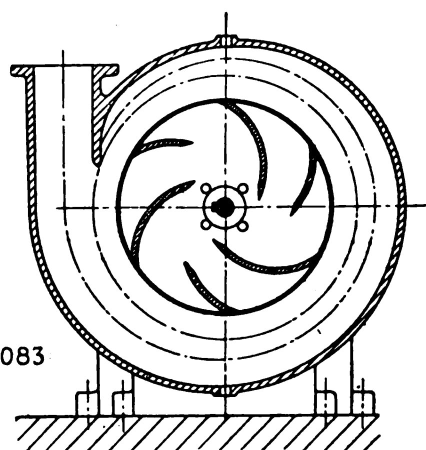



Fig. 9 et 10. — Pompe Worthington à volute.

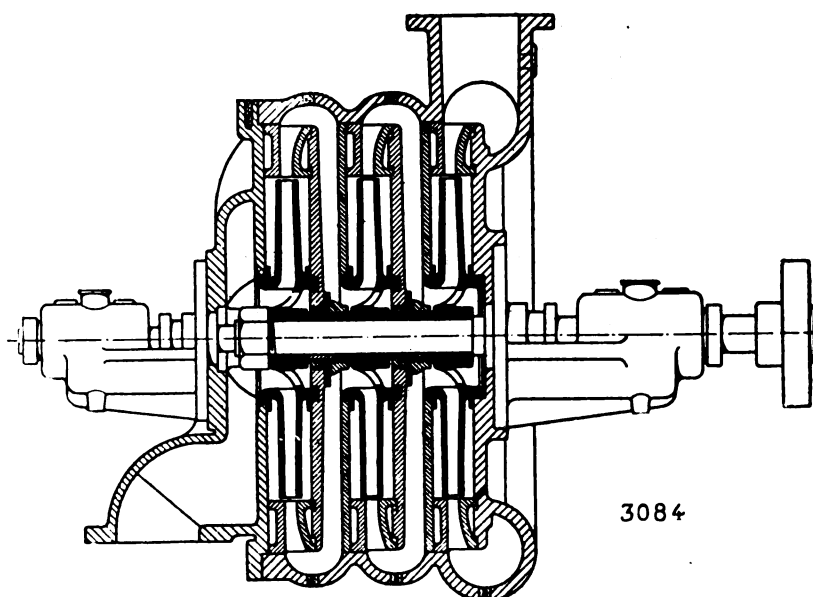



Fig. 11. — Coupe d'une des premières pompes-turbines Worthington.

différencie de celle de Jaeger uniquement par l'enveloppe fondue d'une seule pièce, et par les propulseurs dont la disposition est plus ramassée.

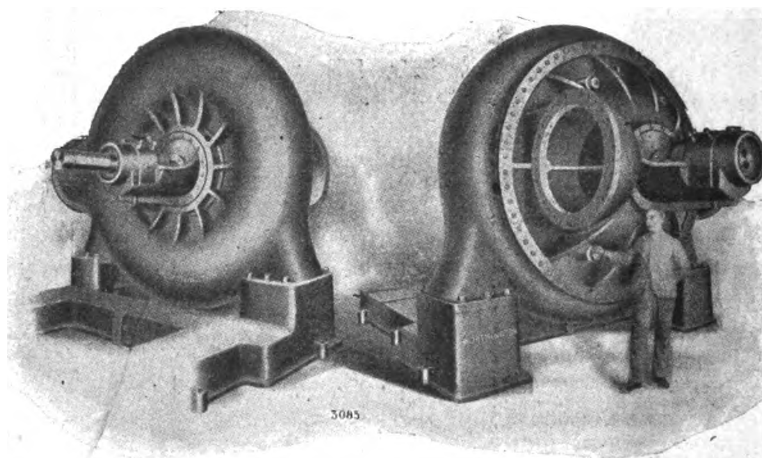


Fig. 12. — Pompes-turbines Worthington à grand débit (112 mètres cubes par minute contre 48 mètres de refoulement).

La figure 12 montre une des plus grandes pompes-turbines Worthington à un seul étage (110 mètres cubes à la minute à 48 mètres de hauteur) qui furent mises en fonctionnement pour le service des cascades à l'Exposition de Saint-Louis.

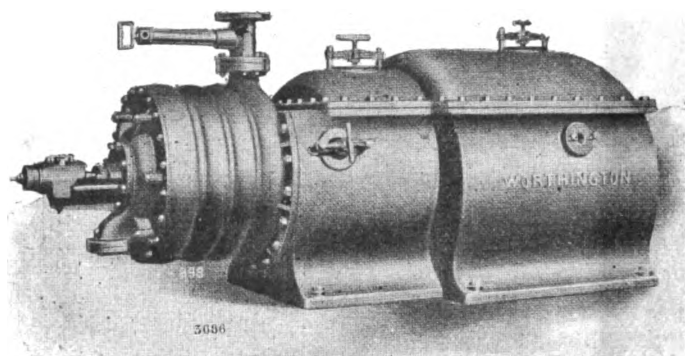



Fig. 13. — Pompe-turbine Worthington à quatre étages pour service de mines.

La figure 13 montre une pompe-turbine Worthington à 4 étages pour le service de mines (650 litres par minute pour 150 mètres de hauteur) ; le moteur électrique est enfermé dans une enveloppe fondue d'une seule pièce, destinée à le protéger contre les inondations.

Les figures 14, 15 et 16 montrent la pompe-turbine de Jaeger dont les propulseurs et les aubes de direction sont en bronze, sans aucune exception, et l'arbre en acier au nickel. Pour les pressions moyennes, les anneaux constituant l'enveloppe sont venus de fonte avec des brides que l'on serre sur les deux faces par des boulons. Pour les pressions supérieures ces anneaux sont plats extérieurement et sont réunis par des boulons traversant l'ensemble de l'enveloppe et serrés sur les faces extérieures.

J'ai eu l'occasion de faire avec les pompes Jaeger un grand nombre d'essais, sur le lieu

même de l'installation ; toutefois dans ces conditions, il n'est pas possible d'apprécier les conditions de marche exactes avec toute la précision désirable. C'est pourquoi j'ai dû reprendre plus tard ces expériences sur la plate-forme d'essais des ateliers de MM. Jaeger.

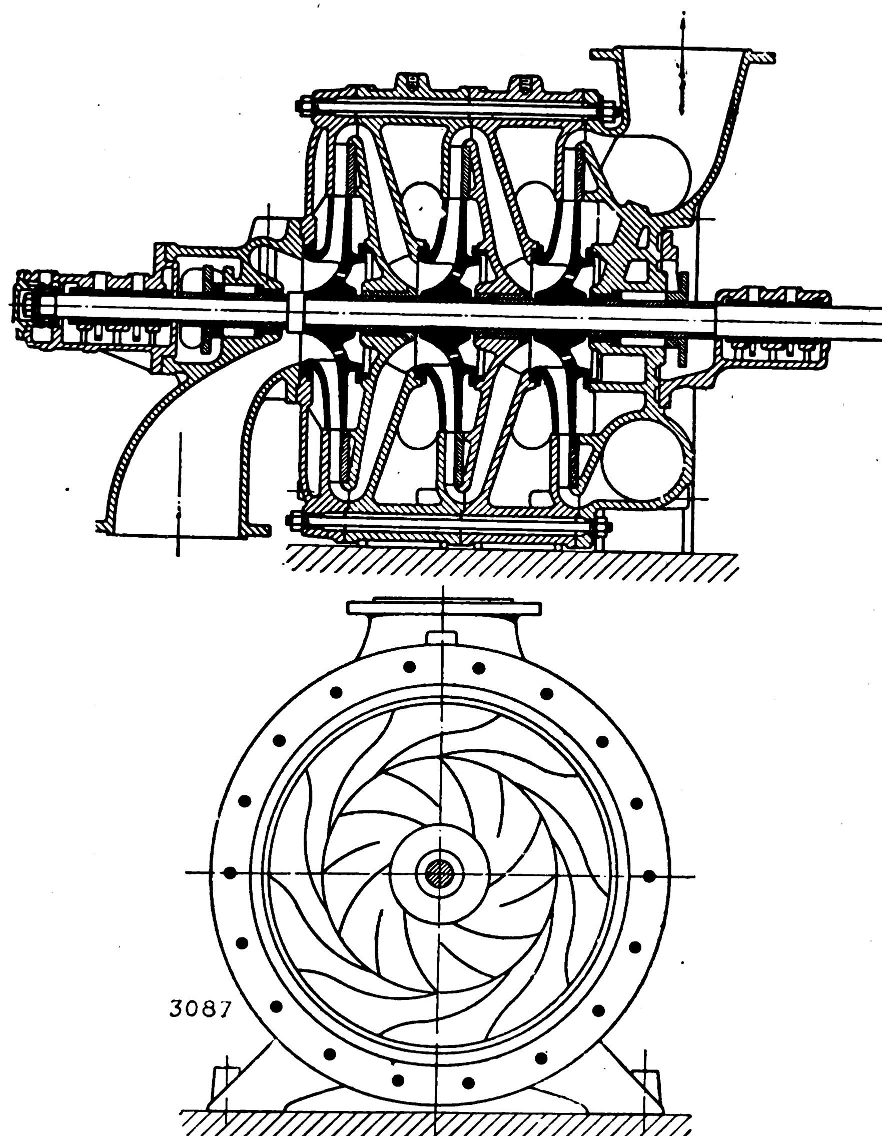



Fig. 14 et 15. — Pompes-turbines Jaeger.

Les pompes sont montées au moyen de traverses en fer sur un réservoir d'aspiration et refoulent dans un second réservoir d'où l'eau retourne au bassin d'aspiration par un tuyau de décharge pourvu des instruments de mesure nécessaires.

Une poulie est disposée pour entraîner la pompe en essais et le travail mécanique absorbé peut se mesurer par un dynamomètre d'une construction ingénieuse, montré par les figures 17 et 18.

Il se compose de 2 poulies R et $R_1$ dont R est la poulie entraînée par le moteur. Cette poulie est pourvue de surfaces G diamétralement disposées et transmet sa puissance à la

poulie $R_1$ par l'intermédiaire du double bras L prévu avec des galets O et $O_1$. Les surfaces

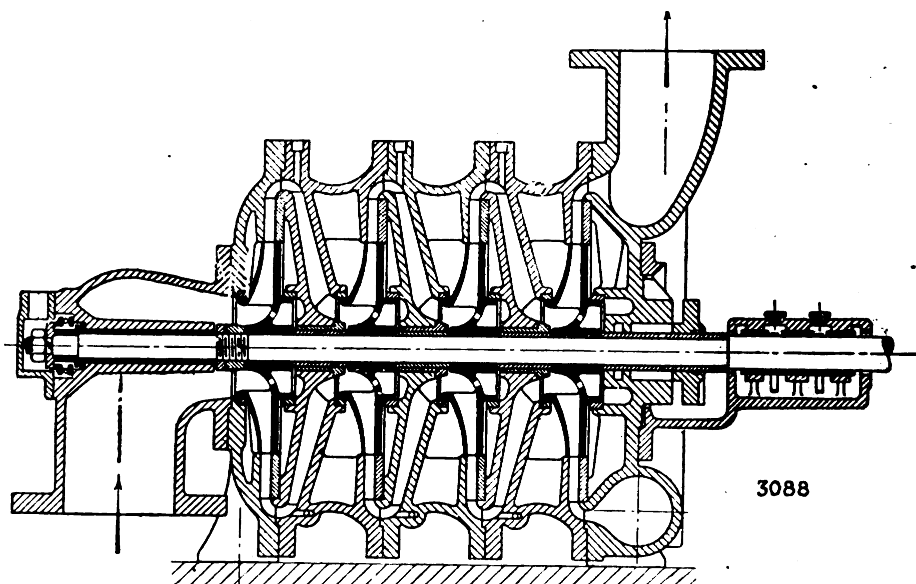



Fig. 16. — Pompe-turbine Jaeger.

$G_1$ du double bras A soumises à la pression des galets O et $O_1$ sont placées par rapport aux surfaces G de la poulie conduite suivant un angle tel que le double levier L porteur des

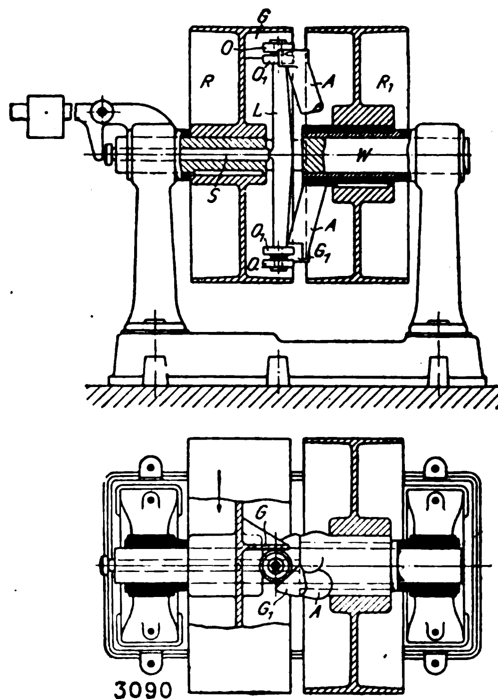



Fig. 17 et 18. — Dynamomètre de Jaeger.

galets a tendance à se déplacer axialement. Le déplacement axial est contre-balancé par un pointeau S qui traverse complètement l'arbre W ; ce pointeau reporte sur un levier d'angle

muni d'un contrepoids mobile l'effort qu'il reçoit. Les galets O et $O_1$ sont prévus avec roulements à billes. Ce dynamomètre s'est montré aussi commode que précis, et recommandable pour toutes les charges.

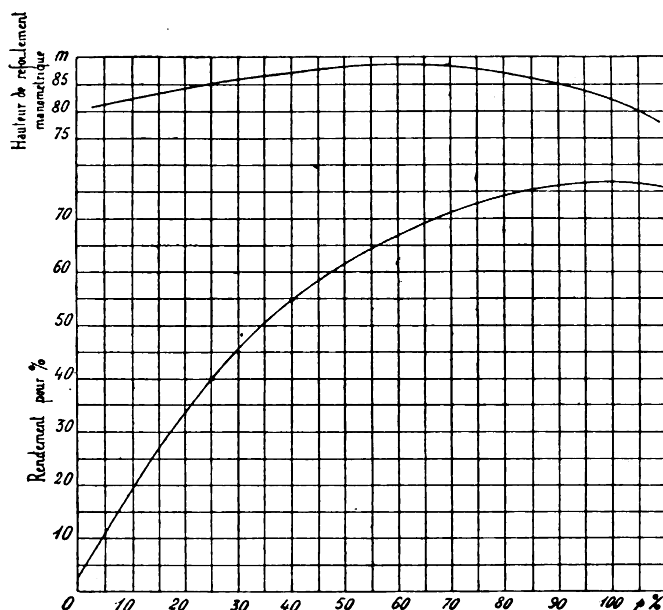



Fig. 19. — Courbes d'essais d'une pompe-turbine à quatre étages établie pour refouler 1 000 litres par minute à 80 mètres de hauteur.

Les figures 19, 20, 21, 22 montrent quelques courbes obtenues, les abscisses donnent les quantités d'eau refoulées par minute en centièmes du débit normal. Les courbes supérieures

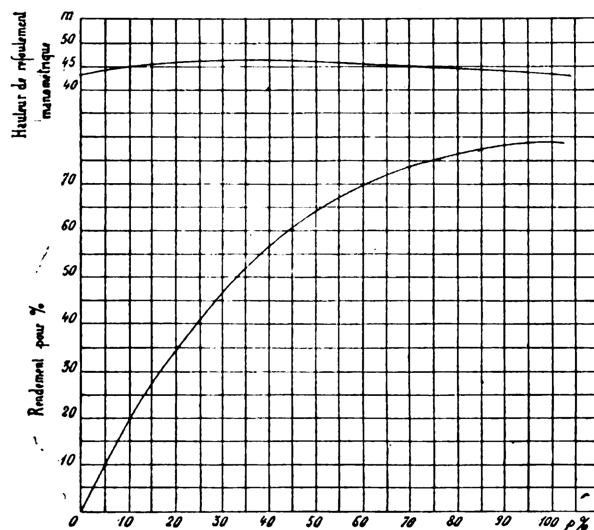



Fig. 20. — Courbes d'essais d'une pompe-turbine à deux étages établie pour refouler 3 500 litres par minute à 43 et 45 mètres de hauteur.

montrent les hauteurs de refoulements obtenues par l'étranglement de la vanne de réglage, les courbes inférieures partant de l'origine du diagramme indiquent le rendement obtenu pendant les diverses phases de l'étranglement, c'est-à-dire pour les diverses hauteurs.

La figure 19 montre les courbes obtenues pendant l'essai d'une pompe-turbine à 4 étages construite pour un débit normal de 1 000 litres par minute et une hauteur de 80 mètres, à la vitesse de 1 500 tours par minute. Le rendement atteint ici le chiffre maximum de 77 % pour un débit normal.

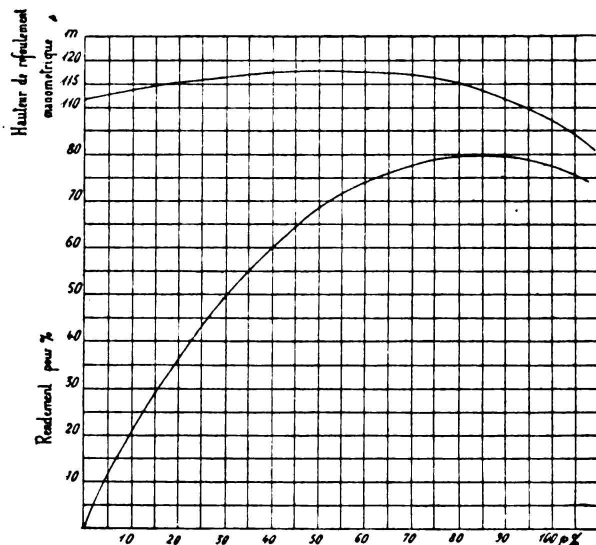



Fig. 21. — Courbes d'essais d'une pompe turbine à six étages établie pour refouler 2 000 litres par minute à 110 mètres de hauteur.

La figure 20 représente le diagramme d'essai d'une pompe-turbine à 2 étages destinée à l'usine à gaz de Tegel près Berlin et calculée pour un débit normal de 3 500 litres par minute

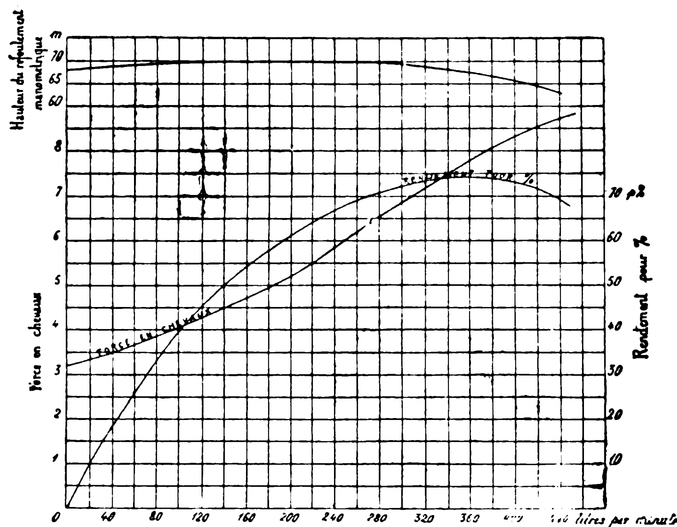



Fig. 22. — Courbes d'essais d'une pompe-turbine à quatre étages établie pour refouler 420 litres par minute à une hauteur de 63 mètres.

et une hauteur de 43/45 mètres, à une vitesse de 870/890 tours par minute. Dans ce cas également le rendement maximum de 78 % est obtenu avec le débit maximum.

La figure 21 représente la marche d'une pompe-turbine à 6 étages pour un débit normal de 2 000 litres par minute et une hauteur de refoulement de 110 mètres, à la vitesse de

1 470 tours par minute. Le rendement maximum de 79,5 % est obtenu pour un débit de 1 700 litres par minute. Pour le débit normal, le rendement s'élève à 77 %.

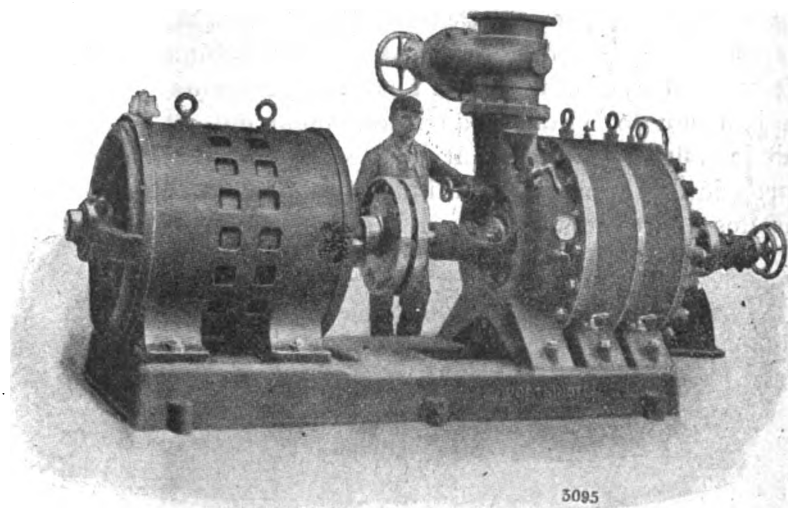



Fig. 23. — Pompe-turbine à trois étages pour 8 000 litres par minute et une hauteur de refoulement de 125 mètres.

Enfin, la figure 22 montre comment se comporta aux essais une petite pompe à 4 étages établie pour 420 litres par minute à 63 mètres de hauteur de refoulement, vitesse normale 1 430 tours par minute. Le plus grand rendement, 73 %, est obtenu aux environs de 360 litres tandis qu'à 280 et 440 litres le rendement reste encore supérieur à 70 %. Dans cette figure la courbe de consommation de puissance est également mentionnée. Elle montre que

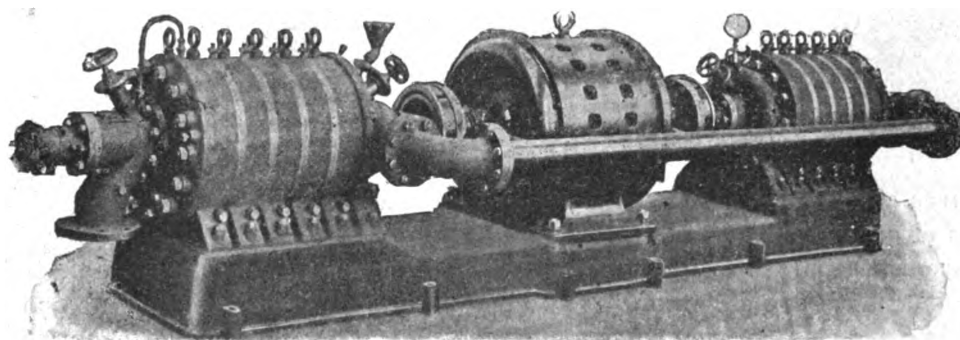


Fig. 24. — Pompe-turbine à douze étages pour 1 000 litres par minute et une hauteur de refoulement de 336 mètres.

le travail absorbé avec le robinet-vanne de réglage complètement fermé, c'est-à-dire quand le refoulement est nul, est d'environ 40 % de la puissance nécessaire en marche normale. En général le travail ainsi absorbé se maintient entre 30 et 40 % ; ce moyen d'arrêt du débit de la pompe pourra être utilisé dans bien des cas avec avantage, si l'on a besoin d'interrompre le refoulement pour une très courte période de temps.

Tous les essais sont toujours faits avec la pompe pleine d'eau au démarrage, mais avec le robinet-vanne de réglage fermé, tant que la pompe n'a pas atteint sa vitesse de régime ; après quoi, on ouvre le robinet jusqu'à ce que le débit normal soit atteint. Cependant, on

fait d'abord donner à la pompe un débit supérieur à la normale et on referme ensuite le robinet-vanne jusqu'à ce que le débit soit nul, enfin on rétablit le robinet pour le débit normal. On a remarqué dans tous les cas, la deuxième fois que le débit normal est atteint, qu'on obtient un meilleur rendement. Ceci s'explique assez aisément; en effet, pendant les 15 à 20 minutes de temps de fonctionnement avec le débit supérieur les paliers se sont rodés et le roulement est devenu meilleur. Les points les plus saillants dans la marche de ces pompes sont la forme de la courbe de refoulement qui est pour ainsi dire horizontale, et la constance de la courbe de rendement dans le voisinage du débit normal. Ceci est obtenu par le tracé approprié des appareils de diffusion qui permet à la pompe de travailler économiquement dans des limites très larges par le simple réglage du débit.

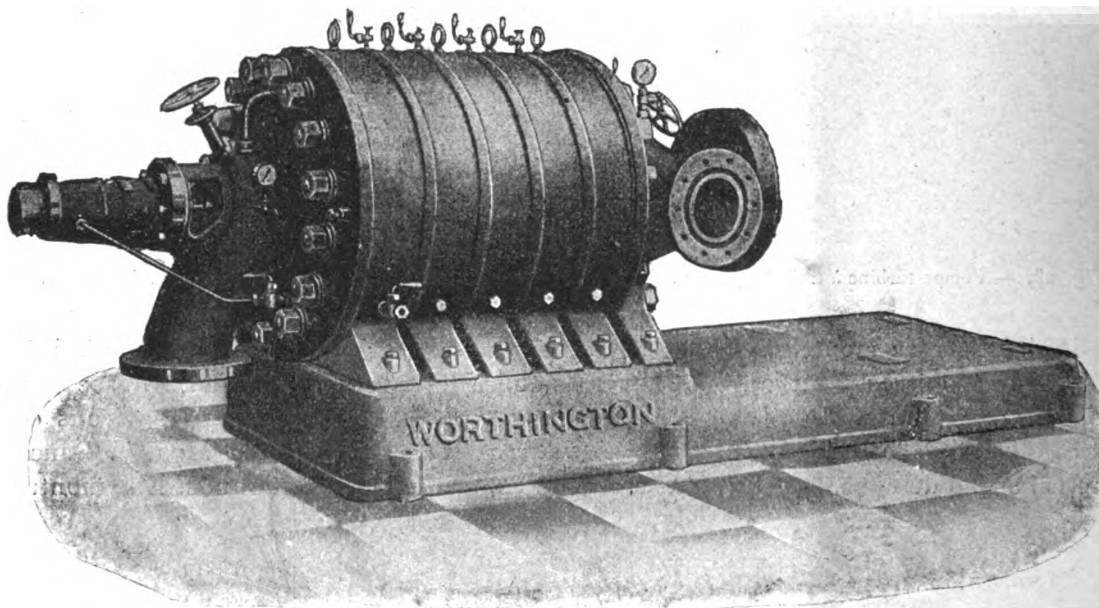



Fig. 25. — Pompe-turbine à six étages pour 16 000 litres par minute et une hauteur de refoulement de 530 mètres.

Les figures 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 sont des photographies de pompes de diverses puissances et pour des services différents.

La figure 23 représente une pompe à 3 étages pour la mine Neuhof, établie pour refouler 8 mètres cubes par minute à 125 mètres de hauteur à la vitesse de 970 tours par minute. Elle est accouplée avec un moteur Schuckert au moyen d'un manchon d'accouplement à bandes de cuir.

La figure 24 représente une pompe à 12 étages pour la mine Bliessenbach avec un moteur Schuckert monté, pour l'équilibrage de l'ensemble, dans le milieu de la pompe, c'est-à-dire, avec 6 propulseurs de chaque côté. Le service comporte 1 000 litres par minute refoulés à 336 mètres de hauteur, à la vitesse de 1 450 tours par minute.

La figure 25 reproduit l'une des deux pompes à 6 étages fournies à la mine Preussen. Chacune de ces pompes est actionnée par un moteur de l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellchaft, et refoule 16 mètres cubes d'eau par minute à 530 mètres de hauteur, à la vitesse de 1 000 tours. La puissance absorbée atteint 1 000 H. P.

La figure 26 représente une installation exécutée en Angleterre. Une pompe-turbine à

5 étages pour élever 750 litres par minute à 107 mètres de hauteur et une autre à 2 étages pour refouler 1 900 litres par minute à 53 mètres. Les deux pompes sont accouplées sur le même arbre au moyen de manchons d'accouplement spéciaux, cet arbre marchant à la vitesse de 1 500 tours par minute. Il est possible, au moyen de manchons d'embrayages convenables de faire tourner, soit la pompe à 6 étages, soit celle à 2 étages, soit encore les deux simultanément, à volonté, avec la plus grande facilité. Pour la commande par machine à vapeur, moteur à gaz ou autres appareils semblables, cette disposition est très pratique.

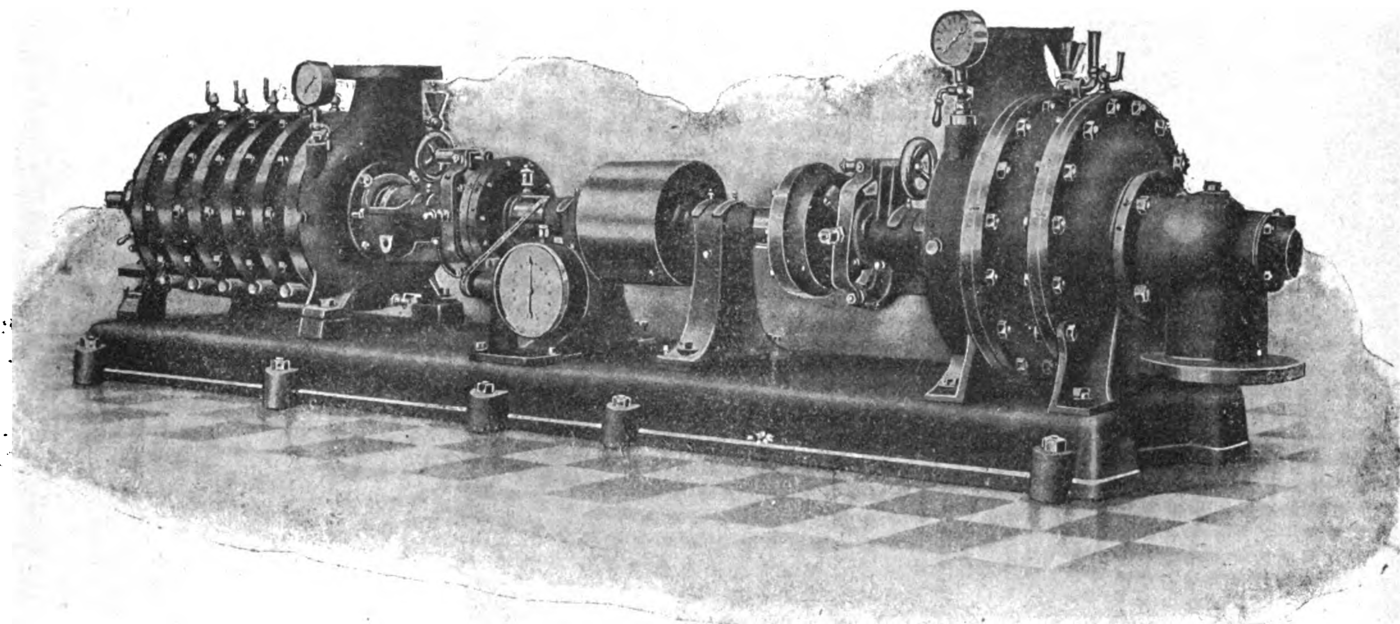


Fig. 26. — Groupe composé d'une pompe-turbine à six étages pour 750 litres par minute et une hauteur de refoulement de 107 mètres, et d'une pompe-turbine à deux étages pour 1 900 litres par minute et une hauteur de 53 mètres. Commande par courroie.

La figure 27 montre une des 8 pompes d'extraction d'eau condensée en fonctionnement pour les condenseurs par surface des turbo-alternateurs Parsons-Westinghouse de 5 500 kilowatts composant la station centrale d'énergie électrique du métropolitain de Londres, installée à Chelsea. Ces pompes conviennent pour 63 000 kilogrammes de vapeur à l'heure et tournent à la vitesse de 950 tours par minute ; elles se sont montrées tout à fait aptes à cet usage.

La figure 28 représente une des 4 pompes de fonçage à 6 étages disposées pour commande par moteur électrique et fournies aux sociétés de Beers pour ses mines Sud-Africaines. Ces pompes refoulent chacune 454 litres par minute à 107 mètres de hauteur, à la vitesse de 420 tours. La simplicité des pompes-turbines pour ce service ne sera jamais atteinte par aucune autre installation de pompes.

La figure 29 reproduit une autre pompe de fonçage à 4 étages, installée à la mine Bliesenbach (Allemagne) : elle refoule 750 litres par minute à 100 mètres, à la vitesse de 1 450 tours.

Enfin, la figure 30 représente une autre pompe à 2 étages, commandée par la ville de Saint-Étienne, établie pour 5 500 litres par minute à refouler à 150 mètres de hauteur à la vitesse de 1 450 tours avec un moteur de 275 H. P.

Comme tous les appareils nouveaux, les pompes-turbines ont été accueillies après leurs premiers succès avec une faveur exagérée qui ne pouvait que nuire à une appréciation exacte de leurs qualités, et même à leur expansion. C'est pourquoi il paraît nécessaire de bien établir quelles sont les applications pour lesquelles ces nouvelles machines peuvent donner de meilleurs résultats que les appareils employés jusqu'à présent. L'histoire de leur développement a déjà fait connaître que la pompe-turbine est désignée en premier lieu aux installations où la force électrique peut être employée avec avantage : les installations

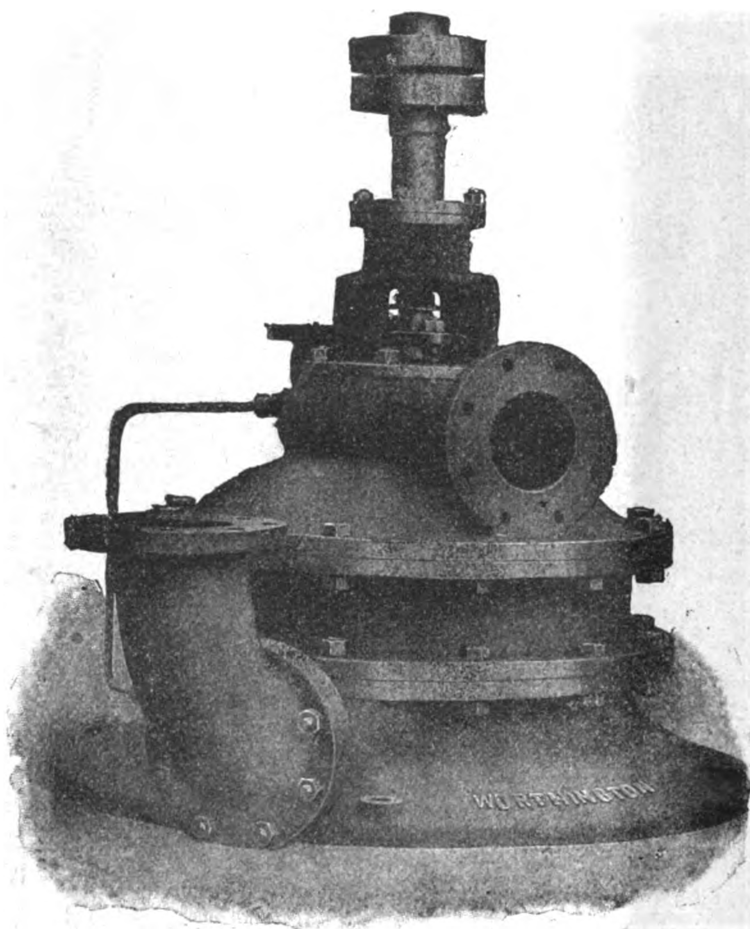



Fig. 27. — Pompe-turbine à deux étages pour l'extraction d'eau condensée d'un appareil de condensation par surface établi pour 6300 kilogrammes de vapeur à l'heure.

d'épuisement de mines, de fonçage de puits, de transport de pétrole, d'usines élévatoires, les services auxiliaires des stations centrales de force motrice (à l'exception peut-être de l'alimentation des chaudières, service pour lequel la pompe-turbine électrique ne possède pas la grande souplesse exigée d'habitude des pompes affectées à ce travail). L'électricité a procuré également à la pompe-turbine des applications hydrauliques spéciales pour lesquelles l'emploi fait jusqu'à présent des pompes à vapeur à cylindres s'est souvent montré défectueux. Lorsque ces pompes sont à volant, on est obligé, à cause du démarrage après l'arrêt, de les construire à plusieurs manivelles et avec des cylindres à vapeur de grande section ; en outre, en raison de la possibilité de voir ces pompes à vapeur s'emballer à la suite d'une rupture des conduites, d'un accumulateur, etc., leur vitesse doit être faible, ce

qui a souvent pour conséquence une grande consommation de vapeur. Pour la même raison on est obligé de prévoir des dispositifs de sécurité nombreux contre les dégâts causés par l'eau dans les cylindres à vapeur, contre les excès de pression et de vitesse, etc. La pompe à vapeur duplex, bien que présentant pour ce service des avantages marqués sur les pompes

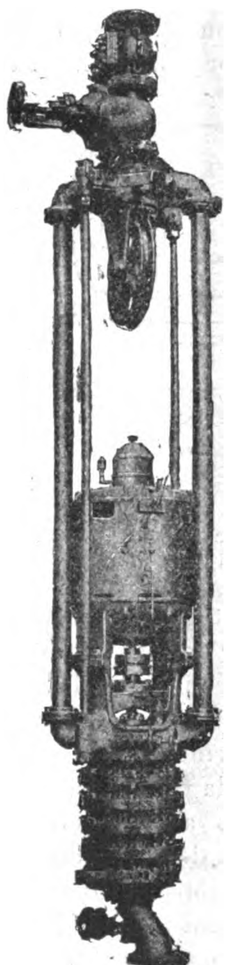


Fig. 28. — Pompe-turbine de fonçage commandée par moteur électrique établie pour 454 litres par minute à 107 mètres de hauteur.

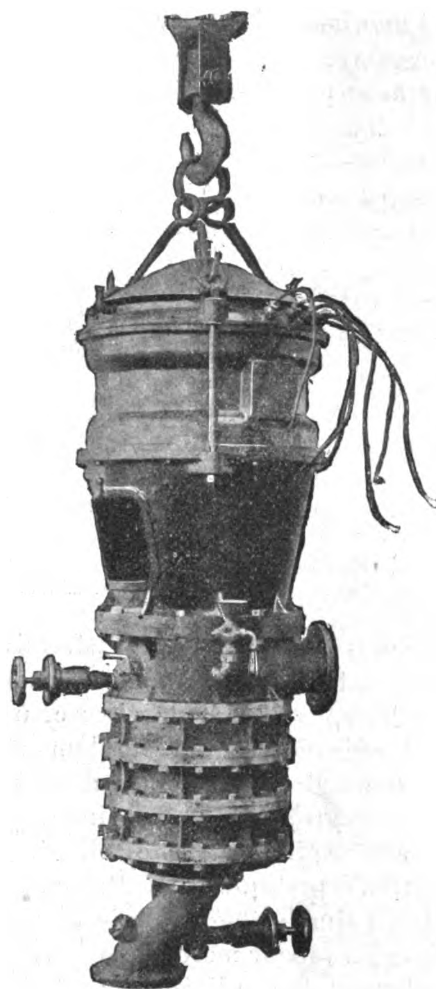


Fig. 29. — Pompe-turbine de fonçage à commande électrique pour 750 litres par minute à 100 mètres de hauteur.

à volant, n'est pas non plus parfaite et la substitution à ces deux types de pompes à vapeur de pompes à manivelle actionnées par moteur électrique, rend l'installation ni plus simple, ni moins coûteuse à cause des nombreux dispositifs de réglage nécessaires. Les avantages de la pompe-turbine peuvent ici être complètement utilisés : uniformité de la pression, arrêt automatique du refoulement après qu'une certaine pression maxima a été atteinte, réduction importante correspondante de la puissance absorbée, etc. En ce qui concerne la hauteur de refoulement, elle peut atteindre des chiffres très élevés. Prenons par exemple une pompe à 20 étages qui peut être disposée avec facilité en deux enveloppes distinctes et être commandée par un moteur électrique tournant à 3000 tours par minute. Dans ce cas une pression de 200 atmosphères peut être atteinte, chiffre qui cependant n'est demandé

que dans des cas tout à fait exceptionnels. La pompe-turbine a notamment été souvent employée pour le service des ascenseurs hydrauliques à cause de ses avantages multiples. Dans les installations de ce genre, notamment pour les maisons des villes importantes où les distributions électriques sont développées, l'on obtient ainsi le minimum d'encombrement et d'entretien.

Quand une installation à vapeur ne peut être évitée, le rendement et la possibilité d'accouplement avec le moteur sont favorables à la pompe à pistons. La combinaison turbine à vapeur avec pompe-turbine ne résiste pas à une étude approfondie. MM. de Laval et Ra-

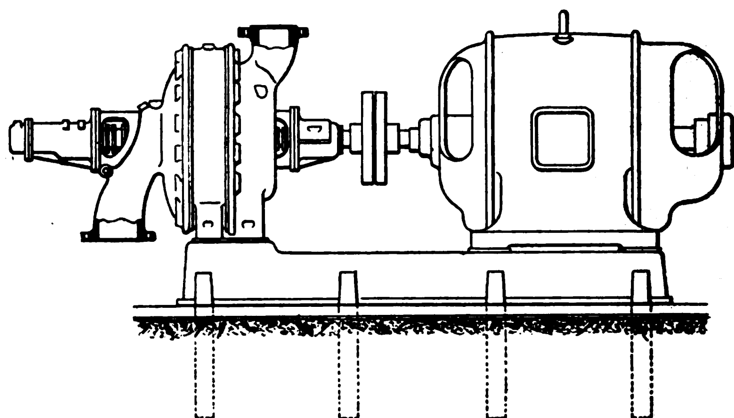


Fig. 30. — Pompe-turbine Worthington à deux étages pour la ville de Saint-Etienne établie pour 5 500 litres par minute et une hauteur de refoulement de 150 mètres.

teau ont essayé ce système ; M. de Laval accoupla une pompe-turbine directement sur l'arbre d'une de ses turbines à vapeur tournant à 20 000 tours par minute. On dut adopter pour cette pompe en raison de la vitesse, un diamètre de propulseur plus faible que celui des orifices d'aspiration et de refoulement. A la suite des essais, M. de Laval fut obligé de disposer une autre pompe, marchant à 2 000 tours par l'intermédiaire de sa réduction de vitesse par engrenages bien connue, qui refoulait l'eau sur la pompe à grande vitesse pour faciliter son aspiration. Une telle disposition ne paraît pas avoir beaucoup de chances d'applications pratiques. M. Rateau essaya de la même manière d'accoupler une pompe centrifuge à simple étage, munie de propulseurs de 80 millimètres de diamètre, avec une de ses turbines à vapeur marchant à la vitesse de 9 000 à 18 000 tours. Il obtint avec ces pompes un refoulement de 420 litres par minute pour 70 à 300 mètres de hauteur et dut également, comme on le comprendra facilement, disposer l'aspiration en charge. D'une façon générale on trouvera que la vitesse convenable des turbines à vapeur exige dans la plupart des cas, soit l'aspiration en charge sur la pompe, soit plusieurs systèmes de pompes parallèle. Le premier dispositif peut être adopté mais le second est peu économique. En définitive, l'on peut dire que la turbine à vapeur, sous forme présente et pour d'aussi faibles unités que celles qui sont souvent nécessaires pour la conduite des pompes, ne travaille pas assez économiquement pour compenser d'une façon satisfaisante le rendement moindre d'une pompe-turbine par rapport à celui d'une pompe à pistons (de 82 °/° contre 95 °/° dans le cas le plus favorable). De nombreux calculs nous ont permis de constater que, même jusqu'à un travail de 1 000 H. P. en eau montée, l'installation d'une pompe-turbine avec turbine à vapeur consommerait au moins plus de 50 °/° de vapeur qu'une machine élévatoire à pistons ou plongeurs bien conduite et de bonne construction. Par conséquent, c'est seulement dans les cas où les considérations de poids et d'économie d'emplacement

doivent passer en premier lieu que la turbine à vapeur aura la préférence pour l'entraînement des pompes-turbines. Cependant, la turbine à vapeur serait plus susceptible d'emploi si, au lieu des pompes-turbines à réaction radiale, on employait des pompes à réaction axiale pour lesquelles la capacité d'aspiration n'est pas incompatible avec la grande vitesse de rotation. A ce point de vue, il serait à désirer que la pompe-turbine à réaction axiale parvint à un développement et à des applications aussi étendus que la pompe à réaction radiale. L'application des pompes-turbines avec les moteurs à explosion, pétrole, essence, alcool, etc. et à vitesse lente est assez rare. Pourtant, dans les cas où la pompe-turbine est employée, cet accouplement a l'avantage de nécessiter moins de puissance au démarrage et de donner la facilité de modifier la quantité d'eau refoulée sans changement de la vitesse; par contre, il a le désavantage d'un rendement moindre, et c'est pourquoi les décisions dépendent beaucoup des considérations afférentes à chaque cas particulier.

Otto H. Mueller.

# REVUE INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE

## THÉORIES ET GÉNÉRALITÉS

***De la variation de la masse des électrons à l'intérieur de l'atome.*** — Note de M. **H. Pellat,** présentée par M. **H. Poincaré.** — Académie des Sciences, séance du 21 octobre 1907.

Si l'on admet, avec M. Lorentz et M. Larmor, que l'atome est constitué par des corpuscules, ou électrons négatifs, tournant autour d'un centre positif, les vibrations lumineuses émises lors d'un ébranlement de l'édifice atomique ayant pour périodes celles de la révolution des corpuscules, il faut admettre au moins autant de corpuscules qu'il y a de raies dans le spectre d'émission. Or on sait qu'avec une très forte dispersion on trouve que la plupart des raies spectrales ne sont pas simples; elles sont accompagnées de raies satellites, ou plutôt elles sont entourées par une bande lumineuse présentant des maximums et des minimums. Il faudrait donc admettre un nombre colossal, ou même infini, de corpuscules, pour expliquer la complexité des raies spectrales. D'autre part, on sait que la détermination de la masse des corpuscules de l'atome déduite du phénomène de Zeeman conduit, suivant les raies, à des valeurs un peu variables pour la masse des corpuscules. Dans une recherche récente, concernant l'effet du champ magnétique sur les bandes d'absorption des composés du didyme à basse température, M. Jean Becquerel [1] a trouvé pour certaines bandes des déplacements qui correspondraient à une masse des corpuscules jusqu'à six fois plus faible que la masse de ceux-ci dans les rayons cathodiques.

Il paraît possible d'expliquer ces divers phénomènes, tout en admettant dans l'atome un nombre *restreint* de corpuscules *tous identiques entre eux,* en se fondant sur la nature électromagnétique de la masse de ceux-ci.

On sait que la masse du corpuscule varie avec sa vitesse ; mais il faut, pour que la variation soit sensible, des vitesses plus grandes que celles des corpuscules dans les atomes ; ce n'est donc pas dans ce sens qu'on doit chercher.

Mais la masse peut aussi devenir variable par une autre cause : l'empiétement des champs magnétiques créés dans leur mouvement par deux ou plusieurs corpuscules. Bien que M. Larmor ait montré que ce champ magnétique reste confiné très près du corpuscule, il est fort possible que ces champs, pour deux corpuscules très voisins, empiètent l'un sur l'autre. Dans ce cas, le champ magnétique résultant peut avoir une énergie plus grande ou plus petite que la somme des énergies de ces champs s'ils n'empiétaient pas. Or, la masse du corpuscule est le double du quotient de l'énergie du champ magnétique que crée

[1] *Comp. tes rendus,* t. CXLV, p. 41

son mouvement par le carré de sa vitesse

$$\left(\frac{1}{2}\mu v^2 = W, \quad \text{d'où} \quad \mu = 2\frac{W}{v^2}\right).$$

Il résulte de là que dans les cas de l'empiétement de deux champs magnétiques la somme des masses des deux corpuscules peut devenir plus grande ou plus petite que le double de la masse d'un corpuscule isolé. Si une force tangentielle ou centripète vient ajouter alors son effet, en agissant sur l'un des corpuscules, celui-ci, dans la modification de mouvement qu'il éprouve, se comportera comme ayant une masse plus forte ou plus faible que la valeur normale.

Pour mieux montrer l'exactitude de ce qui précède, supposons le cas très simple où deux corpuscules voisins $A_1$ et $A_2$ (*fig.* 1) seraient

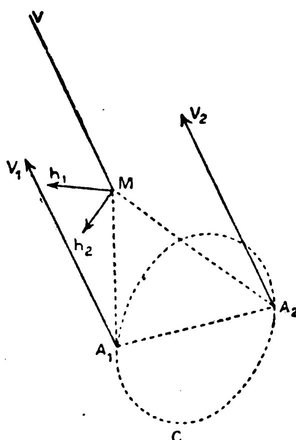



Fig. 1.

animés de vitesses $A_1V_1$, $A_2V_2$ égales en grandeur, direction et sens, la droite $A_1A_2$ qui les joint étant perpendiculaire à leurs trajectoires parallèles. En un point quelconque M les champs magnétiques $Mh_1$ et $Mh_2$ créés séparément par $A_1$ et $A_2$ sont dans un plan perpendiculaire à la direction MV des vitesses, et respectivement perpendiculaires aux plans $MA_1V_1$ et $MA_2V_2$; ces champs font donc entre eux l'angle $\omega$ de ces deux plans. En désignant $h_1$ et $h_2$ les intensités des deux champs, l'intensité H du champ résultant est donc donnée par

$$H^2 = h_1^2 + h_2^2 + 2h_1h_2 \cos\omega, \qquad (1)$$

en prenant pour l'angle $\omega$ des deux plans celui qui devient égal à $\pi$ quand le point M se trouve dans le plan $V_1A_1A_2V_2$. Or, l'énergie du champ magnétique dans un volume $dv$ autour de M est donnée, comme on le sait, par la relation

$$\frac{H^2}{8\pi}dv = \frac{h_1^2}{8\pi}dv + \frac{h_2^2}{8\pi}dv + \frac{h_1h_2}{4\pi}\cos\omega\, dv. \qquad (2)$$

Cette énergie diffère de la somme des énergies que donneraient isolément les deux corpuscules $A_1$ et $A_2$ par le terme en cos $\omega$, qui est positif ou négatif suivant que cos $\omega$ est lui-même positif ou négatif. Or, à l'intérieur du cylindre C droit à base circulaire ayant $A_1V_1$ et $A_2V_2$ comme génératrices opposées, cos $\omega$ est négatif et à l'extérieur de ce cylindre il est positif; il en est donc de même pour l'excès de l'énergie du champ résultant sur la somme des énergies des deux champs composants.

Désignons maintenant par R le rayon de la sphère au delà de laquelle le champ magnétique produit par un corpuscule occupant le centre de la sphère a une énergie négligeable. Appelons $S_1$ et $S_2$ les sphères de rayon R ayant pour centres $A_1$ et $A_2$. Si la distance $A_1A_2$ de ces deux corpuscules est supérieure à 2R, les sphères $S_1$ et $S_2$ n'ont pas de parties communes : la masse de chacun des corpuscules est normale. Mais, si la distance $A_1A_2$ est un peu inférieure à 2R, les sphères $S_1$ et $S_2$ ont une partie commune *entièrement comprise à l'intérieur du cylindre* C : la masse de chacun des corpuscules est inférieure à la masse normale. La masse diminue ainsi à mesure que $A_1A_2$ diminue jusqu'à une certaine valeur, puis augmente quand $A_1A_2$ diminue, la partie commune à $S_1$ et $S_2$ étant en partie en dehors du cylindre C. L'augmentation peut ensuite être telle que la masse dépasse la valeur normale; car on voit que, lorsque $A_1$ et $A_2$ deviennent infiniment voisins, le volume du cylindre C devient infiniment petit, et la partie commune aux sphères $S_1$ et $S_2$ se trouve en dehors de ce cylindre, à un infiniment petit près.

Ainsi peuvent s'expliquer par deux ou plusieurs corpuscules très voisins ayant exactement la même vitesse les masses variables des phénomènes de Zeeman et de J. Becquerel. Supposons, d'autre part, deux corpuscules tournant dans le même sens, suivant des orbites très voisines et avec des vitesses très peu différentes; il pourra arriver que, pendant quelques tours, ils soient assez voisins pour que leur masse se trouve modifiée, et, par conséquent, leur vitesse

de rotation, tandis que, pendant de nombreux tours, ils auront individuellement leur masse normale et leur vitesse de rotation normale. Ainsi peuvent, peut-être, s'expliquer les bandes à maximums accompagnant les raies principales.

---

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Sur la théorie du transformateur à courants combinés.*** — **E. Müllendorf.** — *Elektrotechnische Zeitschrift,* 17 octobre 1907.

Sous ce titre, l'auteur désigne certains transformateurs comportant plusieurs enroulements primaires reliés à des sources de courant alternatif de fréquences différentes. De tels transformateurs sont parfois utilisés dans certains appareils musicaux (E. T. Z., 13 septembre 1906, page 856), notamment pour le transport de la musique au moyen de l'électricité. Un générateur, analogue en principe à celui employé par Siemens et Halske A. G. en vue de la production de courants à haute fréquence utilisables pour des mesures, comporte plusieurs roues dentées ayant un nombre de dents différent, et plusieurs enroulements induits que l'on peut relier à volonté aux circuits du transformateur. L'on obtient ainsi dans le circuit secondaire unique un courant résultant de la superposition de plusieurs ondes de fréquence différente, qui peut ensuite être envoyé dans des appareils récepteurs téléphoniques convenables.

L'auteur étudie le cas le plus simple dans lequel le nombre des enroulements primaires se réduit à deux ; les équations différentielles correspondantes sont alors :

$$R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} + L_{13} \frac{di_3}{dt} = e_1$$

$$R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + L_{23} \frac{di_3}{dt} + L_{12} \frac{di_1}{dt} = e_2$$

$$R_3 i_3 + L_3 \frac{di_3}{dt} + L_{31} \frac{di_1}{dt} + L_{23} \frac{di_2}{dt} = 0$$

équations dans lesquelles les courants primaires sont désignés par $i_1$ et $i_2$, et le courant secondaire par $i_3$. Les autres symboles ont une signification évidente.

Pour la symétrie des formules, l'auteur suppose d'abord que le membre de droite de la troisième égalité ne se réduit pas à zéro, mais est égal à $e_3$.

Dans ces conditions, au moyen de calculs assez simples, mais conduisant à des formules d'écriture compliquée, l'auteur arrive en premier lieu à cette conclusion, que l'on pouvait prévoir *a priori*, que les courants $i_1$, $i_2$ et $i_3$ peuvent être considérés comme la superposition de deux courants de fréquence respectivement égale à $\frac{\omega_1}{2\pi}$ et $\frac{\omega_2}{2\pi}$, fréquences des sources primaires.

Il étudie ensuite les puissances moyennes fournies par chacun des circuits primaires et se trouve ainsi amené aux conclusions suivantes :

Ces puissances sont, en général, variables et ne repassent par les mêmes valeurs qu'après un laps de temps constant qui dépend du rapport $\frac{\omega_1}{\omega_2}$. Lorsque ce rapport est voisin de l'unité, ce laps de temps peut devenir très important, et ces puissances peuvent devenir tantôt positives, tantôt négatives, c'est-à-dire que les alternateurs travaillent tantôt comme moteurs, tantôt comme alternateurs (1).

P. S.

***Description d'un alternateur triphasé de 5000 kilowatts*** (2) *(suite).* — **H. M. Hobart** et **F. Punga.** — *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen,* 14 octobre 1907.

Le générateur triphasé fut entraîné pour l'essai par 2 moteurs à courant continu et l'on mesura la puissance absorbée par ces moteurs sous diverses tensions.

Dans la figure 9, la courbe I représente les puissances successives ainsi mesurées, la courbe II représente les pertes dans les moteurs. Les parties de la courbe situées au-dessus de l'horizontale en traits interrompus représentent les pertes

(1) Ces conclusions semblent également pouvoir être prévues *a priori* en remarquant que le produit $\sin \omega_1 t \sin \omega_2 t$ peut s'écrire

$$\frac{1}{2} \cos (\omega_1 - \omega_2) t - \frac{1}{2} \cos (\omega_1 + \omega_2) t,$$

et que le premier terme donne lieu à des pulsations lentes de puissances lorsque le rapport $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ est voisin de l'unité.

(N. D. T.)

(2) *Éclairage Électrique,* 23 novembre 1907, p. 269.

dans le fer. On peut facilement se convaincre, que ces pertes sont approximativement proportionnelles au carré de la tension aux bornes, et au surplus les auteurs ont vérifié ce fait pour un assez grand nombre d'autres machines. Pour les faibles saturations des dents, l'exposant est plus petit que 2 et pour de fortes saturations, il peut atteindre une valeur très supérieure.

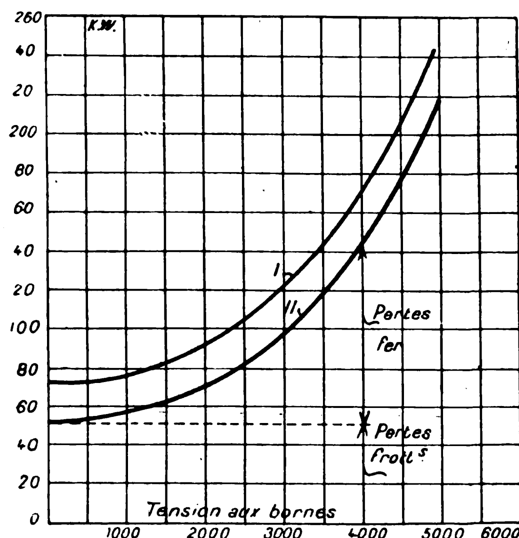



Fig. 9. — Détermination expérimentale des pertes à vide.

On peut s'expliquer cela très aisément. Dans le cuivre de l'induit, se produisent des pertes qui résultent de ce qu'une partie des lignes de force passent par les encoches (fig. 10). Dès que les dents sont très saturées, la perte dans le cuivre augmente et l'exposant de la courbe des pertes à vide croît également.

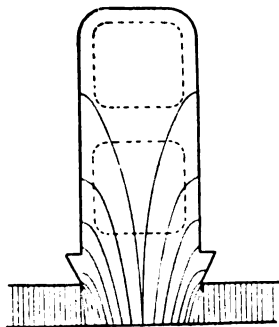


Fig. 10. — Lignes de force dans l'encoche.

En général on peut, dans un premier calcul, admettre pour la perte à vide par kilogramme :

$$V = k\left(\frac{B}{1\,000}\right)^2;$$

$k$ est une constante qui dépend du nombre de périodes et de l'épaisseur des tôles, et il y a lieu de considérer séparément les pertes dans le noyau et les dents ; dans les machines modernes avec tôles ordinaires, avec 50 périodes et une épaisseur de tôle de 0$^{mm}$,5, $k$ varie entre 0,085 et 0,1.

Avec la machine dont il est ici question, $k$ est un peu plus fort à la tension normale.

Le tableau suivant contient quelques données utiles :

| | |
|---|---|
| Poids du noyau induit. . . . . . | 11 000 kgr. |
| Induction. . . . . . . . . . . | 6 750 |
| Pertes. . . . | $k(6,75)^2 . 11\,000 = k . 500\,000$ W. |
| Poids des dents. . . . . . . . | 1 200 kgr. |
| Induction. . . . . . . . . . . | 16 500 |
| Pertes. . . . | $k(16,5)^2 . 1\,200 = k . 325\,000$ W. |
| Pertes totales. . . . . . . . . | $k . 825\,000$ W. |
| Valeur observée. . . . . . . . | 93 000 W. |

d'où $k = 0,112$.

Cette valeur élevée doit tenir à la section particulière des conducteurs induits. Dans le n° 53 de l'*Elektrotechnische Zeitshcrift*, 1905, B. Loewenherz et H. van der Hoop ont décrit quelques essais qu'ils ont exécutés pour déterminer les pertes dans les conducteurs en fonction de la saturation des dents. Ils ont déduit de ces essais la formule :

Pertes dans le cuivre induit en W par cm³ =

$$1,23 \sim f^2 \left(\frac{A}{l}\right)^2 s^{1,5}\, 10^{-10}\, W$$

où $\sim$ est le nombre de périodes par seconde, $f$ facteur de forme de la f. é. m. induite (¹); $\frac{A}{l}$ le nombre d'ampèretours pour les dents par centimètre de longueur ; $s$ l'épaisseur du conducteur comptée normalement à la direction des lignes de force.

Dans le cas actuel, cette formule donnerait, Perte par cmc. $= 1,1 \times 10^{-3}$ W puisque :

$$\sim = 50 ; f = 1,1 ; \left(\frac{A}{l}\right) = 35 ; s = 1,8$$

(²) Cf. Arnold, die Wechselstromtechnick, 3e vol., p. 234-275 (N. D. T.).

(en supposant que les 2 conducteurs d'une encoche sont massifs); et la perte par kg serait

$$0{,}125 \text{ W}.$$

La partie du cuivre induit située à l'intérieur des encoches, pèse environ 550 kilogrammes et donne lieu par conséquent à une perte d'environ 70 watts; cette perte est négligeable.

Mais il existe encore une autre source de pertes plus importantes, et qui résulte de l'emploi d'encoches ouvertes. Les lignes de force ne passent pas toutes directement, du pôle à la surface des dents directement opposée, mais une partie passe par les encoches (voir fig. 10) et cette partie est d'autant plus importante, que le rapport $\frac{\text{largeur de l'encoche}}{\text{entrefer}}$ est plus grand. Cette partie provoque dans le cuivre des pertes dont on ne peut faire un calcul exact.

Les auteurs supposent alors qu'aucune ligne de force de dispersion n'atteigne le conducteur massif situé au fond de l'encoche; ils font un premier calcul en admettant que le conducteur du dessus est massif puis en le considérant tel qu'il est, composé de 9 éléments, et trouvent que la perte approximative est dans le premier cas de 16 kilowatts et dans le second de 11.

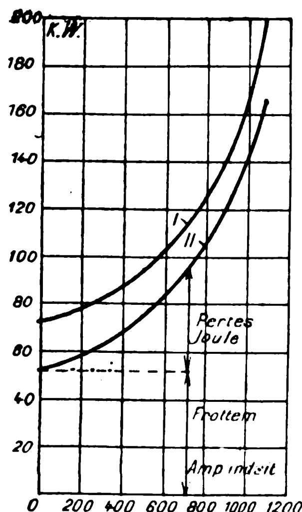



Fig. 11. — Détermination expérimentale des pertes en court-circuit.

Ils en concluent à bon droit que dans le cas actuel, les pertes par courants de Foucault résultant de l'ouverture des encoches, sont beaucoup plus considérables que celles qui sont produites dans le cuivre par la saturation des dents.

Dans la figure 11 sont indiquées les pertes de la machine en court-circuit; la machine étant toujours entraînée par deux moteurs. La courbe I donne la puissance absorbée par les moteurs, la courbe II la puissance fournie par eux en kilowatts.

A pleine charge (730 ampères) on a relevé une perte de 43,5 kilowatts; or le calcul donne:

$$\overline{730}^2 \times 3 \times 0{,}0123 = 19{,}5 \text{ kilowatts},$$

pour la perte Joule. Il y a donc un supplément de 24 kilowatts dû aux causes suivantes:

1° Inégale répartition du courant dans le cuivre induit; 2° pulsations dans la réaction d'induit; 3° faible flux existant encore dans l'induit au court-circuit.

Sur la répartition inégale du courant dans le cuivre on peut utilement consulter le travail de Field (1). Si on appelle $h$ la hauteur du conducteur en centimètres, en posant:

$$\alpha = 0{,}145 \sqrt{\sim \frac{r_1}{r_2}},$$

$r_1 = 1$ pour conducteur massif,

$$r_2 = \frac{\text{largeur du cuivre dans l'encoche}}{\text{largeur de l'encoche}},$$

et si on désigne par K le rapport de la perte réelle dans le cuivre à la perte ohmique, on peut établir une relation entre K et $\alpha h$ (voir fig. 12). La courbe désignée par $m = 1$ se rapporte au conducteur placé au fond de l'encoche. La courbe $m = 2$ se rapporte au conducteur placé immédiatement au-dessus et ainsi de suite.

Les conducteurs divisés dans le sens de la profondeur de l'encoche doivent être considérés comme conducteurs massifs. Nous avons:

$$h = 1{,}8; \quad r_2 = 1; \quad r_1 = \frac{1{,}8}{2{,}3} = 0{,}78;$$

et:

$$\alpha = 0{,}9; \quad \alpha h = 1{,}62.$$

Pour le conducteur du fond de l'encoche nous trouvons immédiatement $K = 1{,}48$ et pour le conducteur du dessus $K = 5$.

D'où on a en moyenne $K = 3{,}24$ et cela signifie que la perte totale sera 3,24 fois plus grande

(1) Proceedings of the Amer. Instit. of El. Eng., 1905, p. 761 et *Éclairage Électrique*, 1906, tome XLVIII, p. 264 et 304.

que si l'on envoyait simplement dans les conducteurs du courant continu. La partie active du cuivre située dans les encoches représente $\frac{51}{142}$ $= 0{,}36$ du cuivre total.

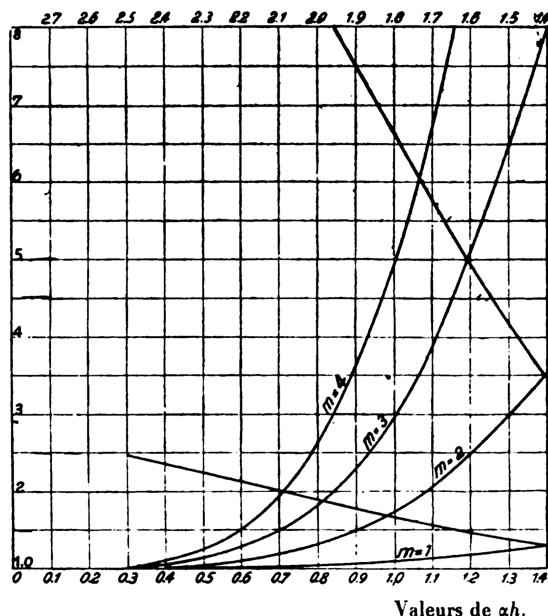



Fig. 12. — Courbes pour le calcul des pertes supplémentaires dans l'induit.

L'augmentation relative des pertes rapportée au cuivre total est donc :

$$(0{,}36 \times 3{,}24) + 0{,}64 = 1{,}8$$

c'est-à-dire, qu'avec une perte Joule de 19,5 kilowatts l'augmentation réelle est :

$$19{,}5 \times 0{,}8 = 15{,}5 \text{ kilowatts.}$$

Il reste donc 8,5 kilowatts de supplément pour les deux autres causes indiquées plus haut. Pour apprécier approximativement l'effet de la seconde cause, on a exécuté les essais suivants. Les conducteurs d'une phase furent placés entre 2 pôles, et on munit un des épanouissements d'une bobine d'épreuve composée de 30 spires (9,5 Ω de résistance). La machine étant au repos, la phase fut alors réunie à la bobine à gros fil d'un wattmètre, et mise en série avec un ampèremètre. Elle fut alimentée par une source de courant alternatif indépendante de 35 et 50 périodes.

La bobine d'épreuve fut mise en série sur la bobine à fil fin du wattmètre (voir fig. 13).

On fit deux observations pour chacun des cas suivants :

*a*) pleine excitation $i_m = 145$ amp.,
*b*) sans excitation,
*c*) excitation en court-circuit.

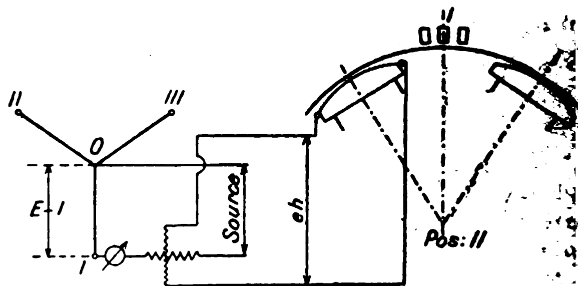



Fig. 13. — Montage pour déterminer les pertes provenant des pulsations dans la réaction d'induit.

Le tableau I donne les résultats obtenus :

TABLEAU 1

| | TENSION D'ALIMENTATION volts. | COURANT D'ALIMENTATION amp. | TENSION DE LA BOBINE d'épreuve. | PUISSANCE INDIQUÉE au wattm. (Watts). | TENSION de L'EXCITATION | COURANT D'EXCITATION | FRÉQUENCE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 57,8 | 200 | 10,5 | 380 | 32 | 145 | 50 |
| a | 82 | 292 | 14 | 800 | 32 | 145 | — |
| b | 61 | 200 | 12 | 704 | 117 | » | — |
| b | 87 | 285 | 17,8 | 1 430 | 170,5 | » | — |
| c | 69 | 232 | 13,5 | 560 | » | » | — |
| c | 89 | 305 | 17,8 | 1 000 | » | » | — |
| a | 39,5 | 190 | 7,4 | 224 | 32 | 145 | 35 |
| a | 68,5 | 329 | 12,5 | 728 | 32 | 145 | — |
| b | 50 | 198 | 9,2 | 552 | 98 | » | — |
| b | 75 | 337 | 14 | 1 620 | 172 | » | — |
| c | 47 | 220 | 9,32 | 376 | » | » | — |
| c | 68,5 | 312 | 12,7 | 800 | » | » | — |

Les pertes mesurées ainsi se produisent dans le noyau magnétique. On voit que les pertes par échauffement du cuivre induit, avec le montage indiqué pour le wattmètre, ne sont pas comprises.

Nous multiplions donc la déviation du wattmètre par le rapport du nombre de spires dans le stator par phase au nombre de spires de la bobine d'épreuve, soit donc $\frac{70}{30} = 2{,}32$ et puisque les pertes sont proportionnelles au carré de l'intensité, nous obtenons les pertes dans le noyau pour le courant de pleine charge dans l'une des phases :

| | | | |
|---|---|---|---|
| *a*) | 11,7 kw. à 50 pér. | et | 8 kw à 35 pér. |
| *b*) | 22 | — | 17,5 — |
| *c*) | 13,4 | — | 10,3 — |

On peut en conclure ceci :

Pour une valeur donnée de la réaction d'induit, les pertes sont maxima lorsque le circuit d'excitation est ouvert, minima, quand l'excitation est maxima. Les pertes qni se produisent à pleine charge seront moindres que celles qui sont mesurées en court-circuit. Pour le premier cas, les valeurs *a*) sont admissibles, pour le dernier, il faut prendre une valeur entre *b*) et *c*) parce que, en court-circuit, le circuit d'excitation est en série avec une résistance relativement grande. La diminution entre la pleine charge ($\cos \varphi = 0$) et le court-circuit atteint donc 30 % environ. On s'explique facilement que les pertes soient plus petites avec l'excitation en court-circuit qu'avec le même circuit ouvert, si l'on songe que l'excitation en court-circuit a le même effet qu'une diminution de la résistance du rotor dans les moteurs d'induction. Et on n'a pas plus de peine à expliquer la réduction des pertes lorsque les pôles sont excités, puisque un changement donné des ampèretours d'induit détermine dans ce cas une diminution beaucoup plus petite du flux qu'en pleine charge.

Les pertes augmentent avec la fréquence ; pour le cas *a*) l'augmentation est à peu près proportionnelle entre 35 et 50 périodes ; pour les deux autres cas l'augmentation est plus faible. Elle serait moindre encore à des fréquences plus élevées.

Déterminons à présent les pertes pour une machine 1°) triphasée, 2°) monophasée, avec une charge de 730 ampères.

Les contre-ampèretours des 3 phases pour $J = 730$ ampères sont en moyenne 5 500 A. T. par pôle. Cette réaction d'induit change cependant suivant que le milieu du pôle se trouve en face de l'axe d'une bobine d'une phase, ou entre les bobines voisines de deux phases. La variation est de $\pm 8$ % et se produit avec une fréquence qui est 6 fois plus grande que celle de la tension aux bornes. Nous avons donc :

$$5\,500 \cdot 0{,}08 = 440 \text{ A. T.},$$

et 300 périodes par seconde. Cela correspond dans notre disposition d'essai à un courant de $\frac{440 \times 20}{70\sqrt{2}} = 90$ ampères. Ce courant à 50 périodes donne lieu d'après les essais à une perte de 0,2 kilowatt.

A 300 périodes nous pouvons estimer les pertes dans le noyau au maximum à 600 W, et à pleine charge, avec $\cos \varphi = 0$, cette perte se réduira aux 2/3 de sa valeur. Les pertes dans le noyau sont donc dans ce cas négligeables.

En monophasé, ces pertes ont au contraire une certaine importance. Dans ce cas, nous avons une réaction d'induit d'environ 3 300 A. T. En réalité cette réaction varie entre 0 et 6 100 de telle sorte qu'en plus de la réaction moyenne, on doit introduire un supplément variable dont la valeur maxima est d'environ 3 000 avec une fréquence de 100.

Cela correspond dans notre disposition d'essai à un courant de $\frac{3\,000 \cdot 20}{70\sqrt{2}} = 610$ ampères.

Admettons, qu'à 100 périodes, les pertes soient 1,6 fois plus grandes qu'à 50 périodes, nous aurons une perte de 20 kilowatts en court-circuit et d'environ 13 kilowatts à pleine charge pour $\cos \varphi = 0$. Le flux qui existe encore au court-circuit dans le stator produit dans le fer une perte de 200 W environ qui est donc négligeable. Les causes de pertes que nous avons indiquées ne suffisent pas pour expliquer le supplément de 24 kilowatts. Il reste encore environ 7,7 kilowatts qu'on doit attribuer aux connexions extérieures.

Nous avons trouvé, dans le calcul de la tension de dispersion, que sur ces connexions agit une plus grande partie du flux de dispersion que celle qui atteint les conducteurs dans les encoches ; si ces dernières lignes de force peuvent produire une perte de 15,5 kilowatts, il est plus que probable, que la perte de 7,7 kilowatts peut être attribuée aux connexions.

Dans ces connexions se produira également une répartition inégale du courant dont le calcul n'est pas possible.

Les lignes de dispersion de ces connexions produiront des pertes par courants de Foucault dans les pièces de fer voisines ; ces pertes doivent être comptées dans les 7,7 kilowatts et elles subsistent encore même si les conducteurs sont très divisés. La séparation des pertes supplémentaires est nécessaire pour obtenir des indications sur les pertes à pleine charge puisqu'une partie des pertes se produisant en court-circuit, n'existe pas à pleine charge.

A pleine charge et cos $\varphi = 1$ se produisent les pertes supplémentaires suivantes :

| | |
|---|---|
| 1. Pertes dans le cuivre induit. . . . . | 15,5 kw. |
| 2. Pertes dans le noyau par les pulsations de la réaction d'induit. . . . . . | 0,4 |
| 3. Pertes dans les connexions terminales. . | 7,7 |
| | 23,6 kw. |

Les pertes d'excitation pour cos $\varphi = 1$ résultent du courant (170 ampères) et de la résistance du circuit (0,24 Ω) et sont de 7 kilowatts.

Les pertes par frottements à la vitesse normale peuvent être directement relevées dans la figure 14 ; elles sont de 52 kilowatts.

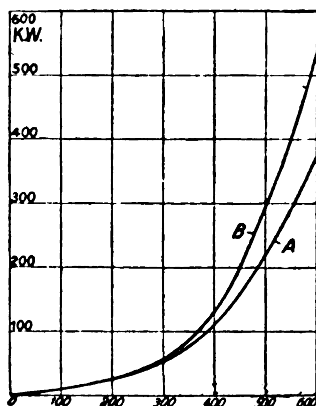



Fig. 14. — Pertes par frottements et par ventilation en fonction du nombre de tours, déduction faite des pertes dans les moteurs d'entraînement.

Le tableau II donne finalement toutes les pertes et le rendement à pleine charge pour cos $\varphi = 1$ et cos $\varphi = 0{,}8$.

TABLEAU II

Pertes à pleine charge I = 730 amp. E = 4000 volts.

| | cos $\varphi$ = 1 | cos $\varphi$ = 0,8 |
|---|---|---|
| Pertes dans le fer. . . . . | 93 kw. | 93 kw. |
| — Joule. . . . . . . | 19,5 | 19,5 |
| — supplémentaires. . . | 23,6 | 23,6 |
| — dans l'excitation. . . | 7,0 | 12,5 |
| — par frottements. . . | 52 | 52 |
| Pertes totales. . . . | 195,1 kw. | 200,6 kw. |
| Puissance recueillie. . . . | 5000 kw. | 4000 kw. |
| — fournie. . . . | 5195 | 4200 |
| Rendement. . . . . . . | 96,2 % | 95,2 % |
| Sans frottements. . . . . | 97,2 % | 96,5 % |

Dans la figure 15 on a porté les pertes par frottements de deux alternateurs, en fonction du nombre de tours. Les pertes dans les moteurs d'entraînement sont connues.

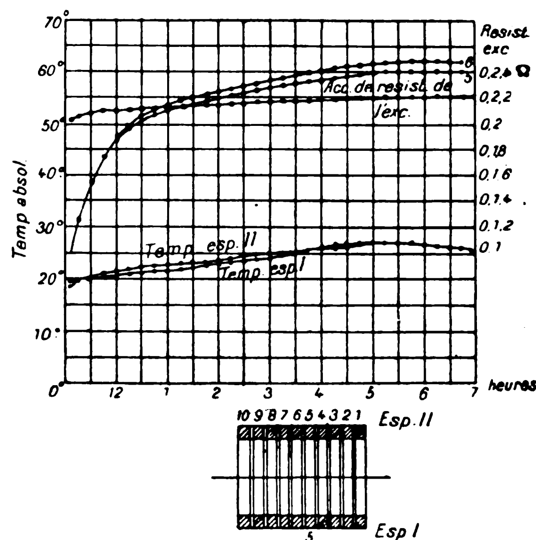



Fig. 15. — Détermination de l'échauffement à la machine ouverte et montée sur axe horizontal.

Les courbes A et B ont été relevées à deux machines qui différaient simplement par les dispositifs de ventilation. On voit déjà combien au-dessus de 300 tours les pertes par ventilation augmentent rapidement. Pour ces pertes on admet généralement qu'elles sont proportionnelles à la 3ᵉ puissance du nombre de tours et pour les pertes par frottements mécaniques à la puissance 1,5 de ce nombre.

On pourrait remplacer ainsi la courbe A par deux composantes mais pour la courbe B il faudrait admettre que les pertes par ventilation ont une valeur plus grande que celle qui correspond à la 3ᵉ puissance du nombre de tours.

A 600 tours la vitesse périphérique atteint 120 mètres par seconde et il n'est pas étonnant qu'à cette vitesse la perte par ventilation soit prédominante.

*Relevé des échauffements.*

On a fait une série d'essais sur plusieurs de ces machines.

La figure 15 donne les résultats d'un essai fait avec une machine ouverte à axe horizontal. Comme il était impossible de faire marcher cette machine à pleine charge pendant l'essai, on fit

fonctionner la machine à vide, et on tint l'excitation à une valeur assez forte pour que les pertes dans le fer fussent aussi élevées que les

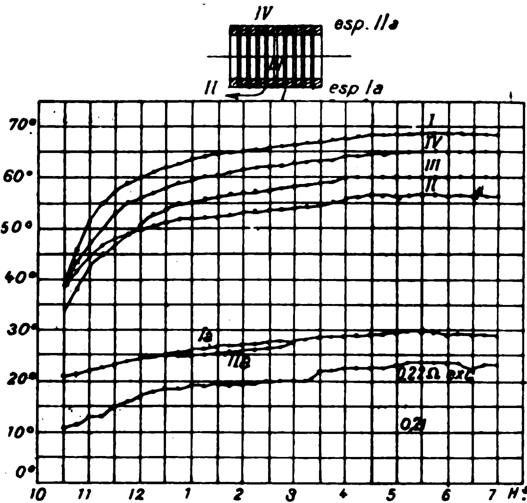



Fig. 16. — Mesure de la répartition de l'échauffement.

pertes totales dans l'induit. La température de l'induit fut relevée aux points 5 et 6 indiqués dans la figure 16; en ces points les températures finales furent respectivement 34,5 et 36°. La résistance des bobines d'excitation passa de 0,20 à 0,22 d'où il en résulta une augmentation de température de 25° dans l'excitation. La figure 16 indique les résultats d'autres lectures.

La question se pose à présent de savoir si on a une idée exacte de l'échauffement à pleine charge lorsqu'on exagère la perte dans le fer alors qu'il n'y a pas de perte dans l'induit.

Dans un article antérieur, les auteurs ont montré comment en remplaçant convenablement la marche à vide par celle en court-circuit, on pouvait avoir la même répartition des échauffements qu'à pleine charge. Dans le cas présent, on fit un essai de la façon suivante : on détermina les températures finales aux points les plus fortement échauffés, lorsque toutes les pertes se produisaient d'une part dans le fer, et d'autre part dans le cuivre. Il est évident que la température réelle de la pleine charge doit se trouver entre les deux valeurs ainsi obtenues. La figure 17 donne les courbes d'échauffement du générateur en court-circuit, avec un courant de 1 020 ampères et 900 ampères. Il est intéressant de comparer les résultats portés dans les deux dernières figures. Pour la détermination des pertes, nous prendrons les courbes des figures 9 et 11 [1].

Dans la figure 16 nous avons : pertes dans l'excitation, 9,5 kilowatts ; pertes dans le fer, 130 kilowatts ; pertes Joule, 0. La température maxima atteint 40° dans le cuivre d'excitation (mesure par résistance), 39° dans le fer du stator (mesure par thermomètre), et 29° dans le cuivre induit (résistance).

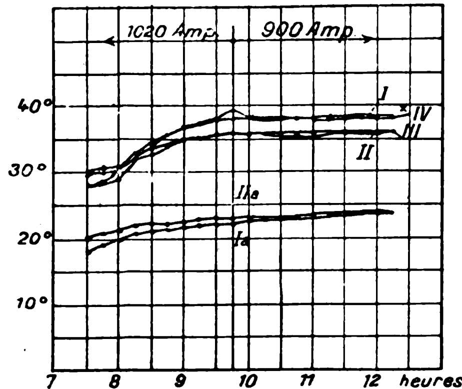



Fig. 17. — Courbes d'échauffement en court-circuit à 1 000 amp. et à 900 amp.

Dans la figure 17, à la fin de l'essai à 900 ampères nous avons : pertes dans l'excitation, 3 kilowatts ; pertes dans le fer, 0 ; pertes Joule, 68 kilowatts.

L'échauffement maximum atteint 14,5° dans le fer du stator, 39° dans le cuivre induit.

Avec cela nous pouvons déterminer approximativement l'échauffement à pleine charge pour $\cos \varphi = 1$, si nous admettons une superposition des échauffements à vide et en court-circuit.

Les pertes à pleine charge avec $\cos \varphi = 1$ atteignent 143,2 kilowatts ; nous pouvons les supposer déterminées de la façon suivante par les deux essais : essai 1 figure 16, toutes les pertes et échauffements sont réduits de 71 °/₀, et essai

(1) Ces courbes donnent la moyenne des pertes de toutes les machines de ce type, mais les différences avec les courbes particulières sont très faibles.

II figure 17, toutes les pertes et échauffements sont réduites de 63,5 %. Le total des pertes et des échauffements est indiqué dans le tableau III.

TABLEAU III

| PERTES | | | ÉCHAUFFEMENT | | | REMARQUES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| EXCITATION | FER | EFFET JOULE | FER DU STATOR (thermomètre). | CUIVRE induit. (Méth d. l. rés.) | CUIVRE excitat. (Méth d. l. rés.) | |
| 6,7 | 93 | 0 | 27,7 | 20,6 | 28,4 | Essai fig. 16 |
| 1,9 | 0 | 43,2 | 9,2 | 24,6 | » | Essai fig. 17 |
| 8,6 | 93 | 43,2 | 36,9 | 45,2 | » | |

Si nous considérons qu'on peut obtenir avec un thermomètre une température de 5 à 10° plus petite que celle que donne la méthode de résistance, nous pouvons estimer comme suit les élévations de température mesurées au thermomètre : 37°C dans le fer du stator, 37° dans le cuivre induit, 25° dans le cuivre d'excitation.

Il est intéressant de constater que, malgré la perte moindre dans le cuivre induit, celui-ci était aussi chaud que le fer du stator.

La raison de ce fait peut être expliquée par les données de la figure 16. Le cuivre de l'induit, même dans la marche à vide, était fortement échauffé, ce qui s'explique non par le seul fait de la conductibilité, mais par les pertes à vide dans le cuivre, et c'est une confirmation de ce que nous avons dit plus haut pour la détermination des pertes dans le fer. Dans les essais suivants, on a utilisé seulement la méthode d'essai à vide et admis l'échauffement maximum du fer du stator comme critérium de l'échauffement à pleine charge. Les valeurs trouvées furent en tous cas plus grandes que celles qui correspondent à l'échauffement maximum.

*(A suivre.)* L. G.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Mise à la terre des points neutres dans les distributions à courant triphasé.*** — **E.-V. Shaw.** — *The Electrical Review*, 18 octobre 1907.

La mise à la terre des points neutres dans les systèmes triphasés peut être considérée à plusieurs points de vue diamétralement opposés et a soulevé de nombreuses discussions.

Cependant, il semble qu'en pratique l'on se soit généralement arrêté à la solution suivante : mettre un seul point neutre à la terre par l'intermédiaire d'une résistance convenable.

Les raisons de cette manière de faire peuvent être résumées ainsi :

1° Par la mise à la terre générale des points neutres, la différence de potentiel maxima possible entre le sol et les conducteurs est seulement égale à la tension entre fils divisés par $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Théoriquement, ce résultat est excellent, mais en pratique il possède les défauts suivants :

*a*) Un court-circuit sur une seule ligne peut occasionner des perturbations sérieuses sur tout le réseau ;

*b*) Des courants considérables peuvent circuler entre les divers appareils par l'intermédiaire de ces prises de terre.

2° Si le réseau n'est pas relié à la terre, d'autre part, la destruction de l'isolement d'une phase par rapport au sol ne suffit pas souvent à faire agir les disjoncteurs correspondants, et l'isolement d'un conducteur voisin peut être détruit à son tour, d'où la production d'un court-circuit violent.

L'expérience a montré d'ailleurs qu'il se forme alors un arc extrêmement puissant aux disjoncteurs, lorsqu'ils fonctionnent après le court-circuit, et des oscillations dues à cet arc peuvent occasionner des avaries très sérieuses dans la distribution.

La formation de cet arc est facile à expliquer, car la tension entre deux phases est $\sqrt{3}$ fois plus élevée que la tension entre une phase et la terre ; par conséquent les court-circuits sont toujours plus violents dans le dernier cas de rupture successive des isolants, qui se présente presque toujours avec un réseau entièrement isolé par rapport à la terre.

Lorsque toutes les machines sont reliées à la terre par leurs points neutres, il s'établit, comme on le sait, des courants de circulations intenses, et dus surtout à l'harmonique 3. L'auteur a constaté l'existence d'un pareil courant de circulation égal à 250 ampères entre deux alternateurs de 3 000 K. W. à 6600 volts, tous les points

neutres des générateurs et moteurs étant mis à la terre. Dans un autre cas, où un alternateur de 1 500 K. W. fonctionnait en parallèle avec une machine de 3 000 K. W. à 6 600 volts, et où les points neutres des générateurs étaient seulement mis à la terre, le courant de circulation était de 50 ampères.

En résumé, il semble donc que le meilleur procédé consiste à relier au sol le point neutre d'une seule machine pour toute l'installation ; cela conduit à placer un interrupteur sur la prise de terre de chaque machine, et à fermer l'un des interrupteurs correspondant à l'une des machines en marche.

Mais dans les installations puissantes, lorsque les interrupteurs doivent être commandés à distance, cette solution est trop compliquée, et il est bien préférable d'employer le système automatique suivant imaginé par l'auteur :

Ce système comporte deux parties ; le commutateur pour la mise à la terre proprement dit, et le système pour la commande à distance.

Le commutateur se compose d'un support plat isolant, disposé verticalement, sur lequel est fixé une bague en cuivre reliée à la terre avec ou sans interposition de résistance, et concentriquement à cette bague, sont disposés des plots en nombre égal à celui des machines de la station, chacun de ces plots étant relié au point neutre d'une machine.

Un système de frotteurs, porté par un arbre horizontal perpendiculaire au support et également concentrique avec la bague, peut ainsi établir la communication entre l'une quelconque des machines et la prise de terre. La rotation de l'arbre est assurée par une vis sans fin actionnée par un petit moteur série de 1 H. P. et elle atteint une vitesse de 2 tours par minute.

Le système automatique de commande à distance utilise un commutateur auxiliaire analogue, dont les balais sont également calés sur l'arbre ci-dessus ; la bague est reliée au moteur et chacun des plots en nombre égal à celui des alternateurs est relié à un interrupteur A enclanché avec l'interrupteur auxiliaire servant à la commande de l'interrupteur principal d'un des alternateurs. Lorsque cet interrupteur principal est ouvert, l'interrupteur A est fermé et fait communiquer le plot correspondant avec le deuxième pôle de la source à courant continu, qui sert à assurer les services auxiliaires de l'usine, et dont l'autre pôle est relié directement au moteur.

D'autre part, les deux frotteurs sont calés de manière que lorsque le frotteur auxiliaire arrive sur un plot correspondant à une machine, le frotteur du commutateur de mise à la terre arrive en ce même temps sur le plot relié au point neutre de cette machine. Considérons donc la machine en fonctionnement dont le point neutre est justement relié à la terre à une époque quelconque. L'interrupteur correspondant A est alors ouvert et le moteur est arrêté puisque le plot P sur lequel repose le frotteur auxiliaire est hors circuit. Si nous coupons maintenant le circuit de l'alternateur considéré, l'interrupeur A correspondant va réunir le plot P à la source de courant. Le moteur va donc se mettre en marche jusqu'à ce que le frotteur auxiliaire rencontre un plot hors circuit provoquant un nouvel arrêt. L'alternateur correspondant à ce nouvel plot est alors mis à la terre par le frotteur du commutateur principal. On voit donc que grâce à ce système, dans une usine comportant un nombre variable d'alternateurs en marche, l'appareil imaginé par l'auteur met automatiquement à la terre un seul des alternateurs en fonctionnement, sans que l'on ait à manœuvrer un interrupteur spécial lorsqu'on retire une machine du circuit.

Un interrupteur en série avec le moteur permet d'ailleurs d'empêcher la rotation continue qui se produirait lorsque tous les alternateurs sont hors-circuit.

Enfin concentriquement au commutateur auxiliaire de manœuvre est disposé un autre commutateur dirigeant le courant sur une des lampes témoins servant à indiquer le rang de l'alternateur dont le point neutre est mis à la terre.

P. S.

---

## TRACTION

***Sur les courants vagabonds dus au retour par les rails.*** — **Carl. Michalke.** — *Archiv der Mathematik und Physik*, 3e série.

Après quelques considérations générales sur les inconvénients connus des courants vagabonds, l'auteur expose une théorie mathématique intéressante dont les résultats, bien

qu'approximatifs, peuvent conduire à des considérations pratiques intéressantes.

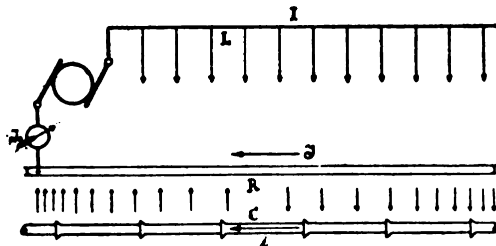



Fig. 1. — Étude de la distribution des courants.

Dans la figure 1, est représentée une conduite C supposée parallèle aux rails R ; L est la ligne et l'on suppose que le courant I en chaque point de cette ligne est donné par la formule

$$I = J_0 \times \frac{x}{L},$$

L étant la longueur de la ligne, $x$ la distance du point considéré à l'extrémité de la ligne, et $J_0$ le courant débité par la génératrice. Cette hypothèse revient à admettre que les voitures sont distribuées uniformément sur toute la longueur de la ligne, présentant une résistance uniforme à la traction, et qu'elles sont en nombre suffisant pour que l'on puisse considérer la distribution comme suivant une loi linéaire.

Le courant J en un point de la section des rails est évidemment donné par l'égalité

$$J = I - i.$$

Si la résistance des rails par unité de longueur est $R_r$ et celle de la conduite $R_c$, les chutes de potentiel respectives correspondant à la longueur $dx$, sont donc

$$-dV_r = JR_r dx, \qquad -dV_c = iR_c dx,$$

et si $r$ est la résistance par unité de longueur pour l'espace compris entre les rails et la conduite, l'on a manifestement

$$di = (V_r - V_c)\frac{dx}{r}.$$

En combinant ces diverses égalités, l'on arrive aisément à l'expression

$$\frac{d^2J}{dx^2} - \frac{J(R_c + R_r)}{r} + \frac{J_0 x R_c}{L_r}.$$

La solution de cette équation différentielle est

$$J = \frac{J_0 R_c x}{L(R_c + R_r)} + \frac{J_0 R_r (e^{\alpha x} - e^{-\alpha x})}{(R_c + R_r)(e^{\alpha L} - e^{-\alpha L})} \quad (1)$$

en posant $\alpha^2 = \frac{R_c + R_r}{r}$.

Au lieu de supposer une distribution de courant linéaire dans L, l'on pourrait faire naturellement d'autres hypothèses, par exemple $I = J_0$ = const., en se plaçant dans le cas d'une seule voiture à l'extrémité de la ligne.

Le courant $i$ dans la conduite est donc

$$i = \frac{J_0 R_r}{R_c + R_r}\left(\frac{x}{L} - \frac{e^{\alpha x} - e^{-\alpha x}}{e^{\alpha L} - e^{-\alpha L}}\right). \quad (2)$$

Dans la plupart des cas, l'on peut se contenter de l'approximation

$$i = \frac{J_0 R_r x (L^2 - x^2)}{L[6r + L^2(R_c + R_r)]}, \quad (2a)$$

obtenue en développant les exponentielles et en s'arrêtant aux termes en $\alpha^3 x^3$. Cette dernière expression est maxima pour $x = \frac{L}{\sqrt{3}}$, et l'on a dans ce cas :

$$i = \frac{0{,}385\, J_0 L^2 R_r}{6r + L^2(R_c + R_r)}. \quad (2b)$$

D'après l'équation

$$E_r = -R_r \int_0^L J dx,$$

l'on obtient de même la chute de tension totale dans les rails,

$$E_r = \frac{J_0 R_r}{R_c + R_r}\left[\frac{LR_c}{2} + \frac{R_r}{\alpha} \cdot \frac{e^{\alpha L} + e^{-\alpha L} - 2}{e^{\alpha L} - e^{-\alpha L}}\right],$$

ou approximativement

$$E_r = \frac{J_0 R_r L}{2} \times \frac{6r + R_c L^2}{6r + L^2(R_c + R_r)}.$$

Le premier facteur est égal à la chute de tension correspondant à un isolement parfait des rails ($r = \infty$).

En portant cette valeur dans l'expression (2b), nous arrivons à la formule

$$i = \frac{0{,}76\, LE_r}{6r + R_c L^2}.$$

L'on voit donc que la chute de tension est diminuée (ce que l'on pouvait prévoir *a priori*).

En opérant de la même manière pour la chute de tension totale dans la conduite, l'on trouve l'égalité :

$$E_c = \frac{J_0 R_c R_r}{R_c + R_r}\left[\frac{L}{2} - \frac{e^{\alpha L} + e^{-\alpha L} - 2}{\alpha(e^{\alpha L} - e^{-\alpha L})}\right],$$

ou approximativement

$$E_c = \frac{J_o R_c R_r L^3}{12r + 2L^2(R_c + R_r)} = \frac{1}{1 + \dfrac{6r}{R_c L^2}} \times E_r.$$

Quant à la tension $e$ entre les rails et la conduite, elle a pour expressions correspondantes

$$e = \frac{J_o R_r r}{R_c + R_r}\left[\frac{1}{L} - \frac{\alpha(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})}{e^{\alpha L} - e^{-\alpha L}}\right],$$

et

$$e = \frac{J_o R_r}{L} \cdot \frac{(L^2 - 3x^2)\, r}{6r + L^2(R_c + R_r)}.$$

Elle est donc nulle au point $\frac{L}{\sqrt{3}}$ où le courant $i$ est maxima, puis change de signe. Si le sens des courants adopté est celui de la figure 1, la corrosion des conduites sera limitée à la zone voisine de l'usine.

Cependant, en dehors de cette zone, les corrosions ne sont pas complètement évitées en pratique, lorsqu'il y aura en présence plusieurs conduites de résistance spécifique différente et placées à des distances inégales des rails. Dans ce cas, en effet, il pourra exister des différences de potentiel entre des points appartenant à des conduites différentes.

D'autre part, les conduites elles-mêmes peuvent avoir un diamètre non constant sur toute la longueur et se trouver disposées de façon quelconque par rapport aux rails. Enfin, le peu d'homogénéité du sol complique beaucoup les phénomènes.

Cependant, les calculs précédents peuvent donner quelques indications sur l'ordre de grandeur et la nature de ces phénomènes.

Pour mesurer la résistance d'une conduite, il est avantageux d'opérer sur une portion de cette conduite placée dans les conditions d'exploitation.

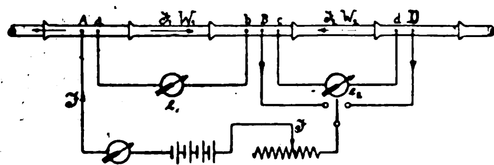



Fig. 2. — Mesure de la résistance des conduites.

L'on peut employer le montage représenté par la figure 2. Une source de courant suffisamment puissante fournit un courant réglable J que l'on peut envoyer dans deux directions différentes au moyen d'un commutateur. Désignons par $e_1$ et $e_2$ les tensions mesurées lorsque le commutateur repose sur le plot de gauche et qu'il passe un courant J dans le circuit de la source ; par $e_1'$ et $e_2'$ les tensions mesurées, lorsque le commutateur est sur le plot de droite. L'on obtient ainsi

$$W_1 = \frac{e_1 e_2' - e_1' e_2}{(e_2' - e_1')J}, \quad W_2 = \frac{e_2'}{e_1'} W_1,$$

égalités d'où l'on déduit la valeur de la résistance par unité de longueur [1], $W_1$ et $W_2$ étant les résistances des portions $ab$ et $cd$.

Quant à la résistance entre les rails et les conducteurs, on peut la mesurer dans certains cas en réunissant la conduite et les rails à l'une de leurs extrémités au moyen d'un conducteur dans lequel se trouve intercalé un générateur quelconque.

En mesurant alors le courant $J_1$ fourni par cette source et les tensions $e_1$ et $e_2$ entre les rails et la conduite, au commencement et à l'extrémité de la ligne ainsi formée, l'on a

$$r = \frac{L\sqrt{e_1^2 - e_2^2}}{J_1 \log \dfrac{e_1 + \sqrt{e_1^2 - e_2^2}}{e_2}}.$$

Cette formule suppose la longueur L de la ligne suffisamment longue pour que l'on puisse négliger les effets des extrémités, et l'on opère pour les calculs de la même manière que précédemment.

L'auteur démontre ensuite que non seulement la résistance entre deux tubes placés dans un milieu homogène peut être calculée d'après les formules de Kirchhoff, mais que l'on peut éga-

(1) D'après la figure, il semble que l'on peut écrire :

$$J = J_2 + J_1$$
$$J_1 W_1 = e_1$$
$$J_2 W_2 = e_2$$
$$\frac{e_1'}{W_1} = \frac{e_2'}{W_2}.$$

L'on en conclut

$$W_1 = \frac{e_1 e_2' + e_1' e_2}{e_2' J},$$

formule différente de celle donnée par l'auteur sans explications, et qui convient dans le cas où les courants circulent dans les sens indiqués sur la figure. Pour d'autres sens de circulation, il suffit de faire les changements de signe correspondants (N. D. T.).

lement évaluer la densité en chaque point de la surface de ces tubes.

Il rappelle enfin le système connu proposé par Kapp pour combattre l'effet de la chute de tension dans les rails au moyen de dynamos compensatrices, ainsi que le procédé qui consiste à réunir ceux-ci de distance en distance à un conducteur relié au pôle deterre de la génératrice, au moyen de résistances croissant progressivement depuis l'extrémité de la ligne jusqu'à l'usine.

En résumé, les problèmes soulevés par cette question sont très complexes, et il est difficile d'établir des règles d'un emploi général.

P. S.

## BREVETS

### TRACTION

*Système de traction.* — **Ateliers Oerlikon.** — Brevet allemand, n° 186 271.

Ce système de traction comporte pour la commande des roues des moteurs triphasés avec rotor en cage d'écureuil ; le courant leur est fourni par un convertisseur placé sur la voiture et alimenté par du courant continu ou monophasé. Le réglage de la vitesse se fait en modifiant la fréquence d'alimentation des moteurs.

Pour le freinage, le moteur du convertisseur peut fonctionner en génératrice sur des résistances ohmiques, les moteurs actionnant les roues fournissant alors l'énergie nécessaire [1].

*Système de traction.* — **Siemens-Schuckert Werke.** — Brevet allemand, n° 184 238.

Ce système comporte une alimentation par courants polyphasés et un emploi de moteurs monophasés ; le courant primaire alimente un transformateur de phases placé sur la locomotive, afin de rendre le nombre des moteurs indépendant du nombre de phases du courant primaire. L'enroulement d'excitation des moteurs peut, grâce à l'emploi de courants polyphasés, être soumis à une tension décalée de 90° par rapport à la tension aux bornes de l'induit, et les moteurs fonctionnent alors comme moteurs à caractéristique shunt.

L'on obtient ainsi une récupération et un freinage à des vitesses facilement réglables.

*Système de traction.* — **Ateliers Oerlikon.** — Brevet suisse, n° 36 684.

La ligne est équipée tantôt avec un fil de contact, tantôt avec deux fils. Dans le premier cas, l'alimentation se fait par courant monophasé, et dans le second par du courant triphasé.

Les moteurs sont construits de manière à pouvoir fonctionner indifféremment avec les deux sortes de courants.

*Dispositif pour permettre le fonctionnement sur courant continu des moteurs à répulsion compensés.* — **Eichberg.** — Brevet américain n° 857 165.

Ce brevet se rapporte aux moteurs à répulsion compensés du type Latour ; au moyen du commutateur C, l'on peut relier le moteur (fig. 1) soit à la ligne à courants alternatifs A,

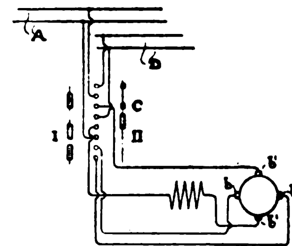



Fig. 1. — Moteur à répulsion marchant sur courant alternatif ou sur courant continu.

soit à la ligne à courant continu D, par une simple manœuvre. Dans le premier cas, les frotteurs fixes du commutateur C, auxquels aboutissent les diverses connections, appuyent sur les secteurs développés en I ; dans le second cas, ces frotteurs sont en contact avec les secteurs développpés en II.

L'on voit que lors de la marche à courant alternatif, les 4 balais sont utilisés, tandis que pour la marche à courant continu, le circuit des balais *bb* est interrompu.

[1] Ils fonctionnent dans ce cas comme génératrices asynchrones excitées par la génératrice du convertisseur qui devient un moteur synchrone. Le moteur du convertisseur doit être un moteur synchrone (ou un moteur shunt compensé, lorsque le courant de la ligne est monophasé) ainsi de pouvoir fonctionner comme génératrice indépendante. (N. D. L. R.)

***Système de prise de courant.*** — **W. Adler.** — **Brevet allemand n° 188 395.**

Ce système comporte l'emploi d'une ligne aérienne *d* suspendue (fig. 1) de manière à ce

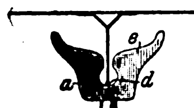



Fig 1. — Système de prise de courant.

que le frotteur *a* qui termine le trolley ne puisse dérailler grâce à sa forme spéciale. Des ailes *e* permettent d'appliquer facilement le frotteur contre le fil conducteur *d* lorsqu'on manœuvre la perche du trolley.

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

***Détecteur électrolytique.*** — **R. A. Fessenden.** — **Brevet anglais, n° 4 714 (1907).**

Le tube 1 (fig. 1), en verre de préférence, comporte un étranglement 2, à travers lequel l'on établit une circulation d'un électrolyte de haute conductibilité, par exemple une solution d'acide nitrique à 20 %.

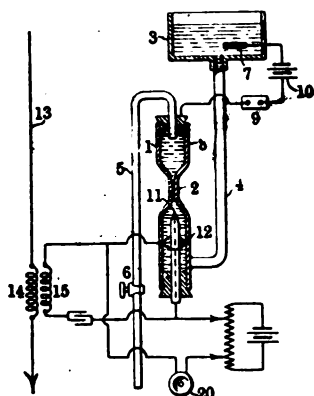



Fig. 1. — Nouveau détecteur électrolytique de Fessenden.

A cet effet, l'on peut employer un réservoir en charge 3, relié au bas de 1 par un tube 4. Un robinet 6 permet le réglage du débit.

En 10 est représentée une batterie locale dont les connexions sont disposées de manière à établir une circulation de courant dans le tube 1. Les deux électrodes 11 et 12, reliées directement ou non avec l'antenne réceptrice, sont constituées l'une par un anneau, l'autre par une pointe effilée placée à l'entrée de l'étranglement. Lorsqu'un courant circule entre ces deux électrodes, le liquide est électrolysé et il se forme une bulle à la pointe 11. Cette bulle entraînée par le liquide occasionne une augmentation de la résistance électrique de l'étranglement 2, et par suite une variation du courant dans le circuit local 7, 10, 8, 4, 7. Le mouvement des bulles peut d'ailleurs être observé directement ou enregistré par la photographie.

Par suite des décompositions et recompositions successives, le courant alternatif ne produit pas ordinairement une électrolyse.

Cependant, lorsque l'une des électrodes est en forme de pointe, comme c'est ici le cas, le gaz produit par le passage d'une demi-onde forme rapidement une bulle qui se détache avant le passage de la demi-onde suivante de sens contraire. Dans ces conditions, l'on conçoit que les courants alternatifs dus aux ondes recueillies par l'antenne agissent d'une manière sensible sur la formation des bulles. En 9 est représenté un appareil indicateur quelconque qui peut ainsi déceler le passage des ondes au moyen des variations de résistance de l'étranglement 2. L'on peut également, comme le montre la figure, combiner ce détecteur avec un détecteur téléphonique 20 établi suivant le procédé connu. L'inventeur ajoute enfin que l'action des courants alternatifs à haute fréquence dans ce nouveau détecteur s'explique également par leur effet thermique.

***Dispositif pour télégraphie sans fil.*** — **Waldemar Poulsen.** — **Brevet danois, n° 10012.**

Pour augmenter la quantité d'énergie mise en jeu dans la production d'ondes entretenues, on dispose l'arc dans un bain d'huile de vaseline. Cette huile est soumise à une circulation active continue dans le double but de refroidir les électrodes, et d'empêcher la formation de court-circuits dus aux parcelles qui se détachent de ces électrodes.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***L'Électricité,*** par **Lucien Poincaré,** inspecteur général de l'Instruction publique. — 1 volume in-12 de 296 pages. — Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : broché, 3 fr. 50.

« Mon intention, dit l'auteur dans sa préface, n'est pas de refaire moins bien ce qui, si souvent déjà, a été fait, et je n'ai pas cherché à écrire un livre utile pour les seuls spécialistes ou, au contraire, convenable pour des débutants inexpérimentés. J'ai voulu m'adresser à ce public éclairé, si nombreux aujourd'hui, qui s'intéresse avec passion au progrès des sciences, et lui présenter un tableau aussi fidèle que possible de l'état actuel de l'électrotechnique. »

Après avoir montré les applications industrielles de l'énergie électrique, l'auteur résume les diverses lois du magnétisme et de l'induction, et passant alors aux machines, il envisage successivement les principes des génératrices et des moteurs et les réalisations pratiques dont ils sont susceptibles.

Peut-être les constructeurs pointilleux discuteraient-ils certaines comparaisons ou quelques-uns des renseignements fournis quant à leurs méthodes et à leurs procédés, mais il faut admettre que la comparaison entraîne par elle-même un certain écart vis-à-vis de la réalité des faits.

L'ouvrage s'achève sur un chapitre indiquant d'une façon très générale les voies ouvertes à l'électricité, et s'il est une considération à laquelle nous souscrivons entièrement, c'est celle qui fait actuellement dépendre de la science pure les progrès de l'électrotechnique, de toute l'industrie de l'électricité.

Suivant les progrès de la science, l'industrie cherchera et trouvera les réalisations. Et il est utile peut-être de montrer ici les remarquables oscillations de l'effort humain Tantôt c'est la science pure qui semble un instant arrêtée, et c'est alors vers l'industrie que se dirigent les efforts collectifs, tantôt l'industrie semble manquer des éléments nouveaux qui sont une condition de son développement et c'est à la science qu'elle les demande et c'est vers celle-ci que les efforts se portent. J. D.

## VOLUMES REÇUS

***Die Konzentrationsbewegung in der deutschen Elektroindustrie,*** par **Dr Waldemar Koch.** — 1 volume in-8 de 119 pages. — R. Oldenbourg, éditeur, Munich et Berlin. — Prix : broché, M. 2,50.

***The human side of the Engineering profession,*** par **V. Karapetoff.** — Extrait de l'*Electrical Society*, New-York.

***On the concentric method of teaching Electrical Engineering,*** par **V. Karapetoff.** — Extrait de *American Institute of Electrical Engineers*, New-York.

***Der Werdegang der Elektrotechnik,*** par **Dr F. Niethammer.** — Brochure in-8 de 63 pages. — *Technische Hochschule*, Brünn.

***Calculs et problèmes d'électricité théorique et industrielle,*** par **A. Tétrel.** — 1 volume in-8 de 192 pages avec 148 figures. — En vente chez l'auteur : 58, boulevard Saint-Marcel, Paris.

***Les oscillations du matériel des chemins de fer et la voie. — Stabilité des automobiles,*** par **Georges Marié.** — Dunod et Pinat, éditeurs, Paris. 5 volumes contenant 379 pages, avec 68 figures.

I. — Les dénivellations de la voie et les oscillations du matériel de chemins de fer. — In 8 de 142 pages, avec 26 figures : 4 francs.

II. — Les oscillations du matériel des chemins de fer à l'entrée en courbe et à la sortie. — In-8 de 50 pages, avec 10 figures : 2 francs.

III. — Les grandes vitesses des chemins de fer, les oscillations du matériel et la voie. — In-8 de 66 pages, avec 10 figures : 2 francs.

IV. — Les oscillations du matériel dues au matériel lui-même. — In-4 de 79 pages, avec 17 figures : 4 francs.

V. — Formule relative à une condition de stabilité des automobiles et spécialement des autobus. — In-8 de 42 pages, avec 5 figures : 2 francs.

***La Tecnologia delle saldature autogene dei metalli,*** par **S. Ragno.** — 1 volume in-16 de 129 pages avec 18 figures. — Ulrico Hoepli, éditeur, Milan. — Prix : relié, 2 lires.

CHARTRES — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 7 Décembre 1907. 14e Année. — N° 49.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



## COMPARAISON ENTRE LE SYSTÈME DE TRANSMISSION MÉCANIQUE DES AUTOBUS ET LA TRANSMISSION ÉLECTRIQUE

On peut se demander à priori si les avantages qui résultent de l'application de la transmission électrique aux poids lourds, dont le moteur à explosion est la force motrice, compensent et au delà la complication qu'apporte l'équipement électrique.

La réponse, à notre avis, n'est pas douteuse si on considère simplement le transport de gros poids sur route à profil accidenté, ou le transport de voyageurs dans une ville à trafic intense.

Cela résulte des caractéristiques mêmes du moteur à explosion, et de l'imperfection des changements de vitesse mécaniques dont on dispose jusqu'à ce jour.

Le moteur à explosion diffère de la plupart des moteurs connus en ce sens qu'il agit à couple sensiblement constant (le couple au régime normal de fonctionnement étant peu différent du couple maximum qui peut être obtenu à faible vitesse).

La figure 1 représente les caractéristiques d'un moteur à pétrole 4 cylindres de la Daimler C°, d'une puissance de 16 — 20 H. P., réglé pour fonctionner entre 250 et 1 400 tours par minute. Ce moteur a été soumis aux essais par M. B. Hopkinson et les résultats en ont été publiés dans l'*Engineering* du 8 février dernier.

Ces courbes ont été relevées à pleine admission, l'allumage étant réglé de façon à obtenir la puissance maxima au régime de vitesse considéré.

La courbe A représente la puissance utile développée au frein ; la courbe B celle des couples correspondants exprimés en kilogrammètres ; la courbe C la consommation d'essence par cheval-heure, et celle D les rendements thermiques utiles en %.

On peut remarquer que le couple est maximum à la vitesse de 500 tours par minute environ, et si on le compare au couple obtenu à 1 200 tours-minute (qui peut être considéré comme celui correspondant à la vitesse maximum compatible avec une utilisation pratique d'essence), on voit qu'il est dans le rapport $\frac{14}{10,2}$ soit environ 1,4.

Or pour propulser un véhicule, il faut développer aux roues motrices un couple très variable lié au profil de la route, et obtenir, pour une accélération rapide au démarrage, un effort à la jante très élevé par rapport au couple normal de fonctionnement en palier.

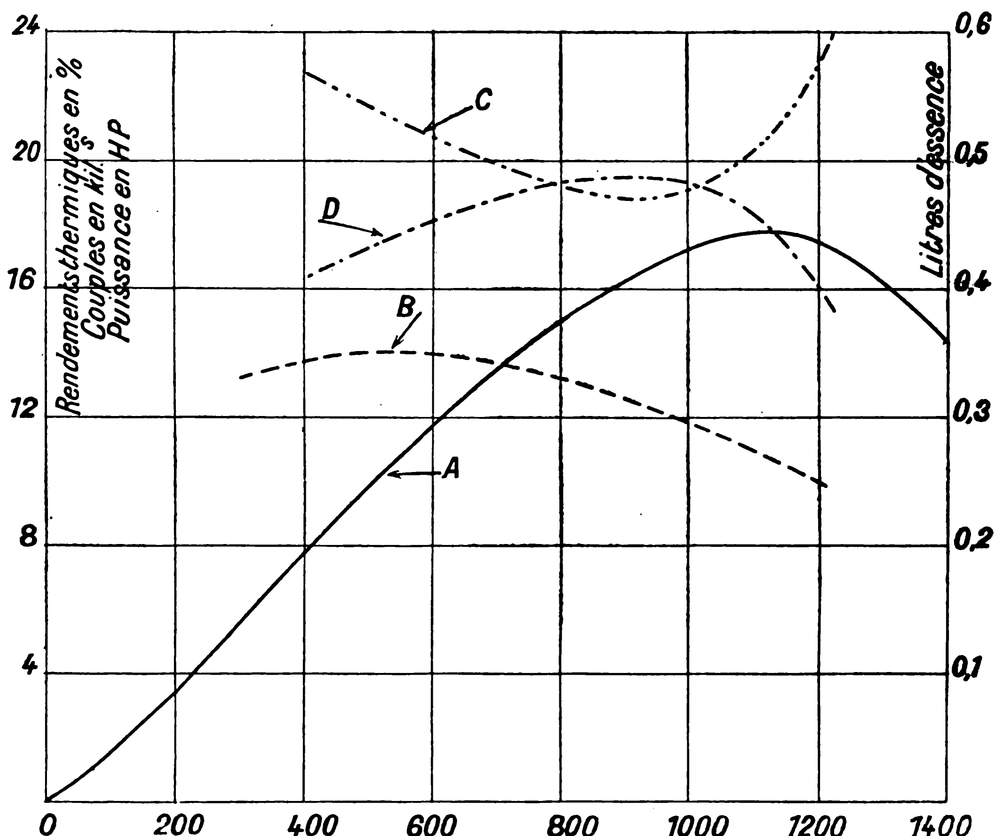



Fig. 1. — Caractéristiques d'un moteur à 4 cylindres 16-20 H.P. de la Daimler C°.

D'où nécessité dans les moteurs à explosion appliqués à la traction, d'un transformateur de couple, appelé improprement changement de vitesse.

Les moteurs à vapeur ou électriques permettent, sans dispositif auxiliaire, de remplir aisément les conditions requises pour la propulsion des véhicules, et peuvent développer facilement dans les coups de collier 5 à 6 fois le couple normal.

Le changement de vitesse n'est cependant pas une nécessité théorique dans les moteurs à pétrole appliqués à la commande des voitures ; c'est un organe imposé par des considérations pratiques, car pour le supprimer on serait amené à adopter des moteurs d'une puissance considérable par rapport à celle normale à fournir et à les utiliser par conséquent dans des conditions déplorables de rendement.

D'autre part la nécessité du fonctionnement continu du moteur à pétrole et le manque de

progressivité des changements de vitesse par engrenages astreignent à l'emploi d'un embrayage.

Changement de vitesse et embrayage, imposés par les caractéristiques du moteur à explosion, sont dans les automobiles les deux points faibles des transmissions mécaniques.

Si l'expérience a montré que le changement de vitesse et l'embrayage donnaient satisfaction pour les petites voitures ou les grandes voitures de tourisme, ils sont d'un inconvénient manifeste dans les poids lourds, et surtout dans les autobus où les démarrages sont fréquents : pour les changements de vitesse par suite des chocs résultant de l'inertie des pièces venant en prise, et pour l'embrayage à cause des glissements importants provenant au démarrage de la transmission au véhicule de la puissance vive nécessaire à sa mise en vitesse.

Pour mettre en relief les inconvénients de l'embrayage et du changement de vitesse dans les autobus par exemple, il est intéressant d'examiner les différentes manœuvres qu'exigerait la conduite d'un autobus dans les meilleures conditions de fonctionnement de la transmission, et celles dont on se contente en pratique.

Pour obtenir le démarrage le plus économique (au point de vue consommation de combustible), on devrait dès le début faire fonctionner le moteur à sa plus faible vitesse, mettre le levier de vitesse au 1er cran (vitesse minima), embrayer, arriver à obtenir, à cette faible vitesse du moteur à pétrole, un glissement nul à l'embrayage, permettre ensuite au moteur d'augmenter progressivement sa vitesse et par suite celle du véhicule ; puis, arrivé à la vitesse maximum du moteur, débrayer, mettre le levier au cran correspondant à la 2e vitesse, ralentir l'allure du moteur à pétrole, par l'étranglement des gaz d'admission par exemple, de façon à embrayer en obtenant le glissement nul à l'embrayage, accélérer l'allure du moteur, et agir de même pour la 3e vitesse.

Cette façon d'opérer a deux inconvénients principaux :

1° N'utiliser qu'une puissance très réduite du moteur à explosion pendant la plus grande partie du démarrage, au moment où l'on aurait besoin du maximum de puissance (la puissance que développe un moteur à explosion à admission constante pour des vitesses inférieures à celle correspondant à la puissance maximum décroît environ proportionnellement à sa vitesse) ;

2° N'obtenir qu'un lent démarrage.

De plus, l'usage excessif du changement de vitesse à chaque démarrage amènerait rapidement la mise hors service de celui-ci.

Donc, en cherchant à se placer dans les conditions les plus économiques du fonctionnement du moteur à explosion pour les démarrages et d'usure minimum de l'embrayage, on n'arrive qu'à obtenir un démarrage lent et un surcroît de manœuvres du conducteur, incompatibles l'un avec le service accéléré, l'autre avec l'attention que le conducteur doit apporter à la direction.

Pour obvier à cet inconvénient, on démarre presque continuellement en deuxième vitesse, sinon en troisième, en donnant au moteur à pétrole son allure normale, d'où deux graves défauts :

1° Glissements importants à l'embrayage pendant toute la durée du démarrage ;

2° Pertes de puissance considérables dans celui-ci.

Si l'on considère que, dans le service du transport des voyageurs dans une ville, les démarrages ont lieu en moyenne tous les 150 ou 200 mètres, sans compter les ralentissements, on se convaincra de l'entretien onéreux que doit nécessiter ce procédé, malgré l'emploi d'embrayages perfectionnés partiellement progressifs, et de la perte importante de puissance par glissement.

D'autre part, des à-coups brusques sont communiqués pendant le démarrage à tout le châssis, d'où production de chocs qui ébranlent tout le mécanisme.

Nous dirons seulement en passant, que par suite du manque de progressivité du changement de vitesse mécanique, et de la nécessité de disposer le cas échéant d'un couple suffisant dans certains démarrages laborieux en rampe, la puissance maxima que doit pouvoir développer le moteur à pétrole, doit être beaucoup plus grande que celle moyenne nécessaire (maximum de 35 à 40 H. P. pour les autobus Brillié), d'où consommation anormale par rapport à la puissance moyenne.

Nous pouvons résumer les défauts du dispositif mécanique actuel comme suit :

1° Entretien coûteux de l'embrayage et du changement de vitesse ;

2° Nécessité de l'emploi d'un moteur d'une pu issance plus élevée que celle qui serai normalement nécessaire ;

3° Fonctionnement onéreux par suite du fonctionnement à peu près continu du moteur à explosion à une puissance inférieure à sa puissance normale, et de la perte d'énergie dans l'embrayage pour les démarrages et les ralentissements ;

4° Attention plus soutenue exigée du conducteur ; économie de combustible et frais d'entretien du mécanisme dépendant dans la plus grande mesure du soin du conducteur ;

5° A-coups communiqués au châssis et par suite manque de confort pour les voyageurs.

Ces inconvénients sont supprimés dans la transmission électrique, dont le but est de donner toute la souplesse désirable au moteur à pétrole, et d'utiliser sa puissance dans les meilleures conditions.

### Transmissions pétroléo-électriqus.

On peut distinguer dans les transmissions pétroléo-électriques trois classes différentes :

1° Celles dans lesquelles la transmission électrique n'est utilisée que pendant les démarrages, ou pour gravir des rampes trop fortes, la prise étant directe avec suppression de la transmission électrique pendant la plus grande partie du fonctionnement ;

2° Celles dans lesquelles on utilise une batterie chargée d'une façon continue par la génératrice attaquée par le moteur à explosion, et alimentant le ou les moteurs électriques attaquant les roues motrices. Une variante de cette classe est présentée par le système Pieper (Auto-Mixte) où la dynamo étant calée sur le prolongement de l'arbre vilebrequin est reliée par l'intermédiaire d'un embrayage magnétique au différentiel transmettant la puissance aux roues arrières. En dérivation avec cette dynamo se trouve une batterie d'accumulateurs qui joue le rôle de batterie-tampon. La dynamo est tantôt génératrice, tantôt moteur, selon la puissance demandée aux roues motrices. Ce système est exploité en France par la Société Générale des voitures électro-mécaniques ;

3° Celles où la transmission est exclusivement électrique sans utilisation de batterie d'accumulateurs, en d'autres termes où la puissance développée par le moteur à pétrole est, pendant toute la période de fonctionnement, transformée en énergie électrique alimentant directement le ou les moteurs électriques.

La première classe est avantageuse dans le seul cas où les démarrages sont rares, et le terrain peu accidenté. La deuxième a l'inconvénient d'utiliser une batterie d'accumulateurs, soumise aux trépidations de la voiture. La troisième classe est la mieux appropriée au service d'autobus, comme on s'en convaincra par la description de la transmission électrique de la British Thomson Co.

(*A suivre.*) C. Léonard.

# CHEMIN DE FER A COURANT CONTINU A 2000 VOLTS

Jusqu'à présent, la tension des courants continus employés pour la traction n'a guère dépassé en général 750 volts, valeur suffisante pour la plupart des réseaux de tramways. Cependant, pour les lignes d'intérêt local, cette tension est déjà trop faible, et l'on doit alors soit employer un système de traction par courants alternatifs (monophasés ou polyphasés), soit adopter une tension supérieure pour le courant continu. Dans certaines installations l'on a fait usage, dans ce but, du système à courant continu à trois fils, sous une tension extrême de 1 200 volts, en prenant les rails comme fil neutre [1], mais cette solution ne convient que pour des cas particuliers.

La Société Siemens-Schuckert vient de terminer l'installation d'une ligne à courant continu à 2 000 volts en Alsace-Lorraine et les résultats des essais montrent que l'emploi d'un pareil système permet de vaincre certaines difficultés qu'il serait difficile de surmonter aussi facilement avec un autre système de traction. Aussi, nous pensons qu'il ne sera pas sans intérêt de décrire sommairement l'installation que nous venons de mentionner.

Les hauts fourneaux de Moselhütte en Lorraine sont reliés avec leurs mines de fer de Sainte-Marie par une ligne de 14 kilomètres de long à voie étroite (1 mètre). Le trafic est de 2 600 tonnes de minerai par jour et les rampes à franchir atteignent 3 °/₀ aussi bien pour les trains chargés que pour les trains à vide. Avec la traction à vapeur, deux trains assuraient le service et se croisaient à 5 kilomètres de l'un des terminus. Chaque voyage (aller et retour) nécessitait deux heures, surtout à cause du ralentissement dans les rampes et de l'irrégularité du trafic. Primitivement, tous les trucks employés pour le transport du minerai étaient à 2 essieux et pesaient 3 tonnes à vide et 11 tonnes en charge. Depuis, ils ont été remplacés presque entièrement par des trucks à déchargement automatique, du poids de 12 tonnes à vide, munis d'un frein à air comprimé, et pouvant transporter une charge utile de 30 tonnes.

Le poids d'un train ainsi constitué varie entre 200 et 300 tonnes, valeurs déjà excessives pour les locomotives à vapeur employées à l'origine.

Pour arriver à un trafic de 4 000 tonnes par jour, il devenait donc nécessaire d'adopter des locomotives électriques, ainsi que cela avait été fait dans toutes les autres mines avoisinantes. L'on disposait de courant triphasé à 5 700 volts aux deux stations terminus ; les principales difficultés provenaient donc de ce que l'on avait affaire à une voie étroite, et que d'autre part l'alimentation de la ligne devait être effectuée par les extrémités. Étant donnée la longueur de la ligne, le courant continu à 800 volts, adopté pour les autres mines, ne pouvait convenir. Le courant triphasé n'était pas non plus utilisable à cause des deux fils de ligne nécessaires. Il restait donc à choisir entre le courant continu à haute tension et le courant monophasé.

Dans les deux cas, il fallait établir des sous-stations aux terminus ; la tension du courant continu fut fixée à 2 000 volts, et celle du courant monophasé à 5 000 volts. En comparant les deux systèmes, l'on arriva aux conclusions suivantes :

Les moteurs à courant continu à haute tension ont des collecteurs étroits et des induits relativement larges, tandis que les moteurs monophasés, qui doivent être construits à basse

[1] Voir notamment J. W. Blackstone. Ligne de traction de Saint-Georges de Commiers à la Mure. *Éclairage Électrique*, tome XXXVII, n° 43, 24 octobre 1903, page 130.

tension, ont des collecteurs larges, et par suite des induits étroits (la largeur totale étant limitée par la largeur de la voie). C'est ainsi qu'un moteur à courant continu de 160 H. P. peut être logé dans l'espace disponible avec la voie d'un mètre, tandis que la puissance maxima d'un moteur monophasé placé dans les mêmes conditions n'excède pas 60 H. P. L'on doit remarquer, cependant, que le diamètre de l'induit n'était pas limité dans le cas actuel par la hauteur du châssis de la locomotive, ou par le diamètre des roues, et que cette circonstance était toute à l'avantage du moteur à courant continu, dont elle permettait d'accroître la puissance, tandis qu'avec les moteurs monophasés déjà très étroits comme on l'a vu, à cause de l'emplacement exigé par le collecteur, l'augmentation du diamètre aurait amené, entre autres inconvénients, à un nombre de pôles exagéré.

Finalement, quatre moteurs à courant continu suffisaient amplement pour la puissance requise, alors qu'il eût fallu au minimum six moteurs monophasés.

En ce qui concerne l'alimentation, le courant monophasé eût certainement donné lieu à des pertes moindres, mais il occasionne des perturbations sérieuses dans les circuits téléphoniques voisins ; il eût toutefois été le plus avantageux pour une ligne de plus grande longueur.

La grande supériorité des moteurs à courant continu décida le choix en faveur du courant continu à 2 000 volts, tension qui ne conduisait pas à un poids de cuivre trop excessif pour la ligne.

Les plus grosses difficultés soulevées par ce système résidaient dans les appareils de réglage et de contrôle, mais les appareils décrits plus loin semblent donner toute satisfaction à cet égard.

*Sous-stations.*

Le courant continu à 2 000 volts est fourni par deux convertisseurs situés l'un à l'usine de Moselhütte, l'autre à la station des mines de Sainte-Marie. Chacun consiste en un groupe de 4 machines :

1° 1 moteur synchrone triphasé de 880 H. P. à 375 t. p. m. ;

2° 1 moteur pour le démarrage ;

3° Une génératrice à courant continu de 600 K. W. sous 2 000 volts ;

4° Une excitatrice à 65 volts pour le moteur synchrone et la génératrice à continu continu.

Les armatures de ces 4 machines sont montées sur un arbre commun supporté par 2 paliers.

Le courant triphasé à 5 700 volts alimente directement le moteur synchrone, mais est ramené à 500 volts pour l'alimentation du moteur de démarrage.

Des précautions spéciales ont été prises pour l'isolement du collecteur à haute tension, ni l'arbre ni l'induit n'étant isolés de la terre.

Les balais de polarité opposée sont séparés par des cloisons radiales en matière isolante; les porte-balais sont eux-mêmes isolés du collier qui les soutient, et celui-ci enfin est isolé de la masse.

Ce dispositif s'est montré très efficace malgré les court-circuits violents pendant les essais. La génératrice est munie de pôles de commutation de telle sorte que les balais n'ont besoin d'aucune surveillance durant la marche. Le pôle négatif de la machine est relié à la terre immédiatement après un interrupteur double à main, et connecté aux rails au moyen d'un conducteur enfoui dans le sol.

Tous les appareils à haute tension sont montés sur deux tableaux ; le moteur synchrone et la génératrice à courant continu sont protégés par des disjoncteurs à maximum.

Le courant est conduit aux extrémités de la ligne au moyen de feeders aériens.

*Ligne aérienne.*

La ligne aérienne est formée de deux fils de trolley, supportés par des doubles crochets, de manière à ce que ces fils soient tous les deux toujours en contact avec les archets de prise de courant.

Chaque fil a une section de 55 millimètres carrés et ils sont séparés par une distanc ede 130 millimètres. Les crochets mentionnés ci-dessus sont soutenus par une suspension caténaire en acier, supportée par des isolateurs placés au-dessus des consoles des poteaux. Ceux-ci se composent en majeure partie des poteaux en bois employés déjà pour le transport de force de l'une des extrémités de la ligne à l'autre.

Bien que la ligne ne soit alimentée que par ses deux extrémités, la chute maxima de tension n'est pas excessive. Si une locomotive se trouve au milieu de la ligne, à une distance de 7 kilomètres de chaque extrémité, et si elle remorque en rampe un train de 4 voitures chargé, le courant absorbé atteint 220 ampères ; comme la résistance kilométrique de la ligne double est de 0,152 ohm, et celle des rails de retour (y compris les joints avec connexions en cuivre) de 0,05 ohm, la chute de tension est donc égale à

$$220 \times (7 \times 0{,}202) = 310 \text{ volts},$$

soit 15 %, en admettant que l'alimentation se fasse par une seule extrémité. La chute de tension moyenne sera beaucoup plus faible. Un courant de 220 ampères correspond à une puissance de 430 H. P. en admettant un rendement de 85 %, engrenages compris.

*Locomotives.*

Les locomotives (fig. 1 et 2) actuellement livrées sont au nombre de trois ; leurs dimensions sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Longueur entre tampons | 10m,40 |
| Largeur | 2 20 |
| Hauteur (sans archets) | 3 850 |
| Distance entre les centres des bogies | 4 80 |
| Écartement des axes d'un bogie | 2 60 |
| Diamètre des roues | 1 250 |
| Largeur de la voie | 1 00 |
| Nombre des moteurs | 4 |
| Puissance totale des moteurs | 640 H. P. |
| Poids de la locomotive | 55 tonnes. |

Le bâti de la locomotive est supporté par les bogies au moyen d'un axe robuste et de deux surfaces de friction placées de part et d'autre de ce pivot ; les tampons centraux et les crochets d'attelages sont fixés aux bogies, en raison de la position très basse des attelages des wagons à remorquer. Tout le châssis est établi d'une manière très massive, afin de diminuer ainsi la quantité de ballast nécessaire pour obtenir l'adhérence voulue.

Chaque essieu est commandé au moyen d'un engrenage droit par un moteur de 160 H. P. Les moteurs sont connectés d'une façon permanente en deux groupes de deux moteurs en série. Les induits comportent 61 encoches, dans lesquelles sont logées 12 bobines en cuivre plat.

Le collecteur d'un diamètre relativement élevé est divisé en 83 segments ; il est muni de deux rangées de trois balais. Pour obtenir une commutation parfaite, l'on a adopté des pôles de commutation.

En outre, pour éviter la production d'un arc entre ce collecteur et les pièces métalliques voisines, reliées à la terre, l'on a prévu des revêtements en matière isolante. Pour rendre les balais facilement accessibles, l'on a adopté un couvercle mobile très large. La construction générale est analogue à celle des moteurs ordinaires pour voie étroite établis par la même firme, et la figure 3 donne une comparaison du présent moteur avec un moteur pour tramway de 15 H. P.

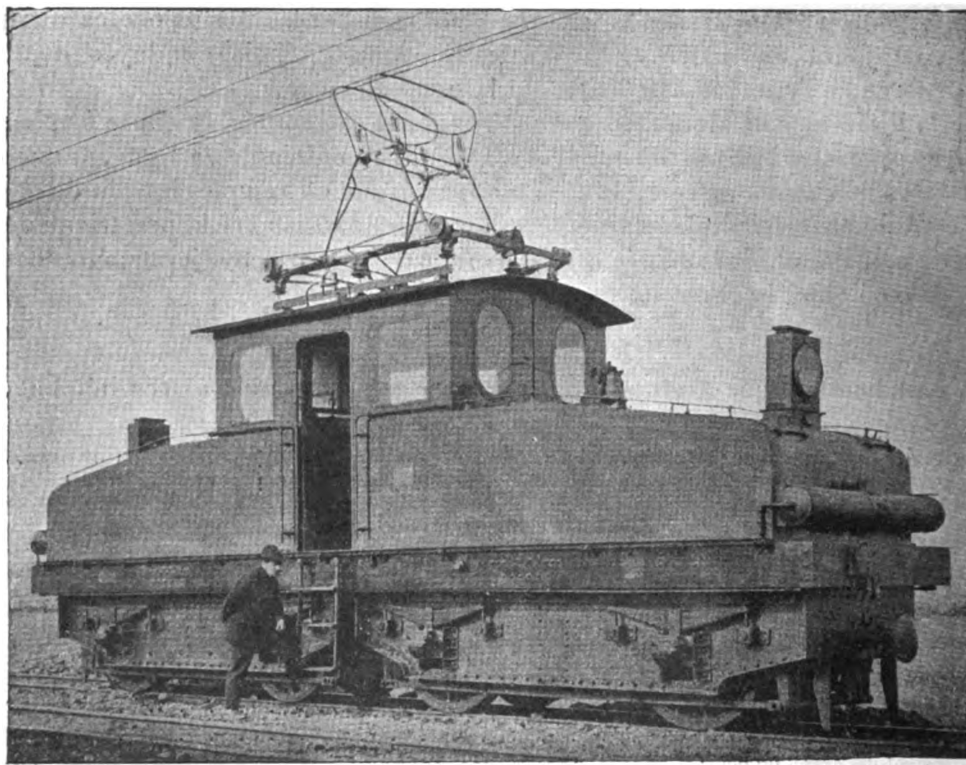


Fig. 1. — Locomotive à 2 000 volts.

Pour utiliser aussi bien que possible l'espace disponible (fig. 4) les paliers ont été réduits à la longueur minima admissible, et sont munis d'un graissage sous pression au moyen d'un graisseur placé dans la cabine de commande ; le réservoir d'huile est relié dans ce but au réservoir d'air comprimé pour les freins dans lequel l'on maintient une pression de 6 atmosphères.

La figure 5 donne les courbes caractéristiques du moteur (le couple est mesuré en kgm.).

Le controller (fig. 6 et 7) est placé horizontalement dans le milieu de la cabine de commande. Il est construit sur le même principe qu'un controller ordinaire de tramway, avec toutefois des dimensions relativement plus considérables à cause de l'isolement soigné nécessaire.

A chaque pairede contacts frottants correspond une bobine de soufflage magnétique (fig. 8)

et toutes ces bobines reliées en série sont parcourues par le courant total d'alimentation. Au moment de la rupture, les contacts forment une espèce de parafoudre à cornes, de telle sorte

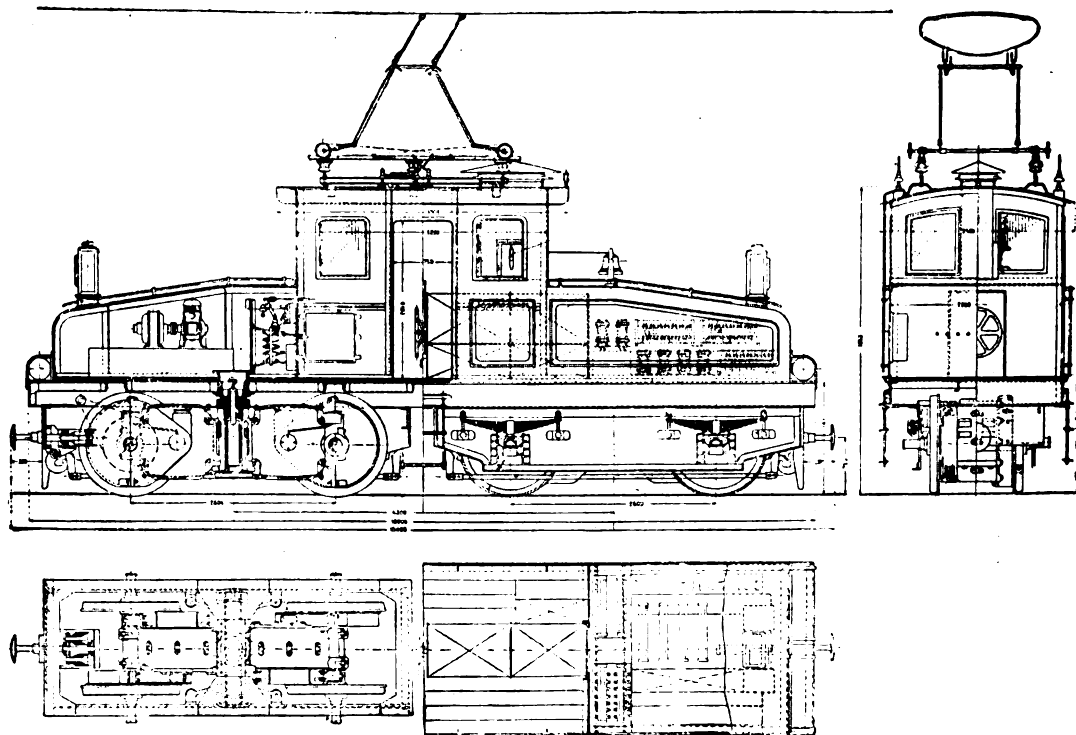


Fig. 2. — Locomotive électrique à 2 000 volts.

que l'arc est rompu instantanément. Des joues isolantes protègent les bobines de soufflage, et des plaques d'amiante sont disposées de façon que l'arc ne s'établisse qu'aux extrémités des cornes portées par les contacts, ce qui réduit considérablement l'usure.

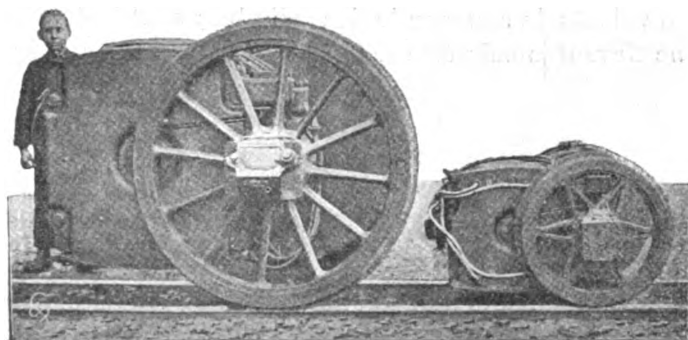


Fig. 3. — Comparaison entre un moteur de 160 H.P. et un moteur de 15 H.P. pour tramway.

Au-dessous du mécanisme de commande principal pour le réglage de la vitesse et les démarrages, se trouvent les cylindres de commande pour renverser la marche et pour permettre le fonctionnement avec trois moteurs en cas d'avarie.

Pour ces cylindres, il n'est besoin d'aucun soufflage magnétique, puisqu'ils sont enclanchés

avec le cylindre principal de manière à ne pouvoir être manœuvrés que lorsque celui-ci est ramené au zéro.

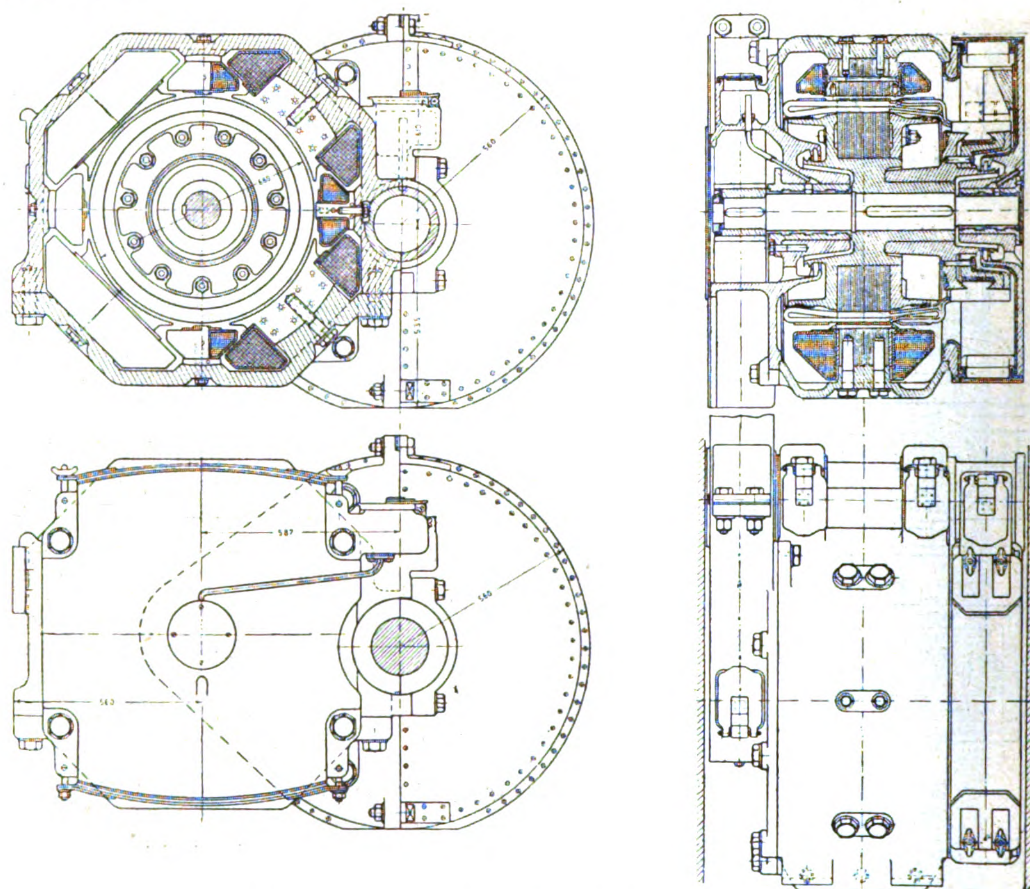


Fig. 4. — Vue et coupe du moteur de 160 H.P. à 2 000 volts.

Tous les leviers ou volants de commande des cylindres sont isolés.

Les locomotives ne devant jamais être accouplées, il n'était pas nécessaire de prévoir un

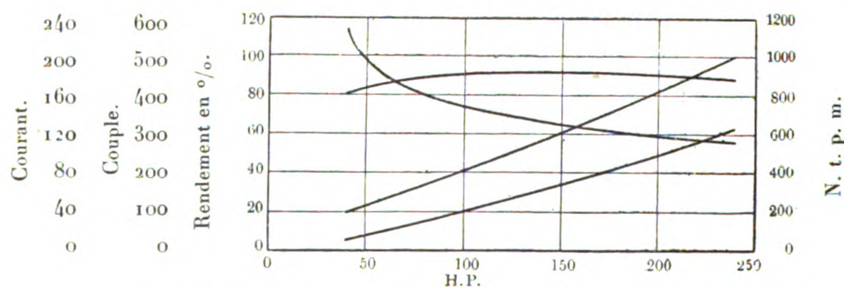



Fig. 5. — Courbes caractéristiques du moteur de 160 H.P. — Nota. La courbe la plus voisine de l'axe des abscisses est celle du couple, et celle immédiatement au-dessus se rapporte aux courants.

système de contrôle pour unités multiples, et de plus, la commande à main a l'avantage d'être plus simple et plus commode pour la surveillance.

Les résistances de démarrage, placées dans un des compartiments des extrémités de la

locomotive, sont constituées par des bobines de fil supportées par des isolateurs maintenus par un châssis métallique. Dans le circuit principal se trouve intercalé un disjoncteur automatique, placé dans la cabine, et protégé par une sorte de cheminée donnant un libre passage à l'arc.

Les interrupteurs à huile donnent lieu, avec les courants continus à haute tension, à des oscillations pouvant occasionner des surtensions dangereuses, grâce à l'extinction rapide de l'arc.

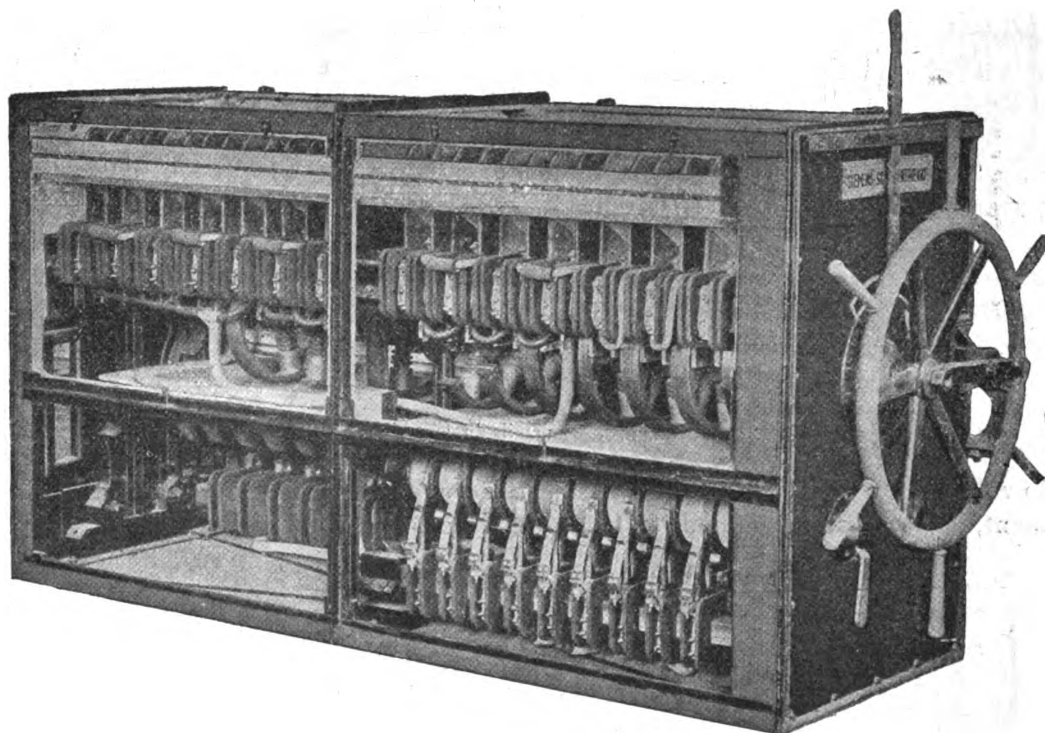


Fig. 6. — Controller.

Les interrupteurs à cornes avec rupture double, du type employé pour les stations centrales par la Société Siemens-Schuckert, ont donné les meilleurs résultats.

Un fusible muni également de cornes est monté sur le toit de la cabine ; enfin un parafoudre ordinaire avec bobine de self-induction protège les appareils contre les coups de foudre. Deux compresseurs pour les freins sont disposés dans le compartiment des extrémités de la locomotive ; chacun est actionné directement à 1 000 t. p. m. par un moteur de 3 H. P. sous 1 000 volts. Il ne comporte qu'un cylindre à simple effet, et l'aspiration se fait à fond de course par des lumières démasquées par le piston.

Le refoulement s'opère par une soupape annulaire très légère, et des ailettes venues de fonte servent à assurer le refroidissement du cylindre. Un compresseur est capable de fournir un mètre cube d'air à 8 atmosphères en cinq minutes.

Les appareils accessoires sont d'un type analogue à ceux précédemment décrits, et sont placés dans le même compartiment que les compresseurs (voir la fig. 2). Les fusibles pour l'éclairage et pour les moteurs des compresseurs sont formés par des bandes de $0^{cm},60$ de long, enroulées en spirale, couvertes d'un isolant, et contenues dans des tubes analogues à ceux employés pour les fusibles tubulaires ordinaires.

Chacun des phares aux extrémités de la locomotive comporte sept lampes à incandescence

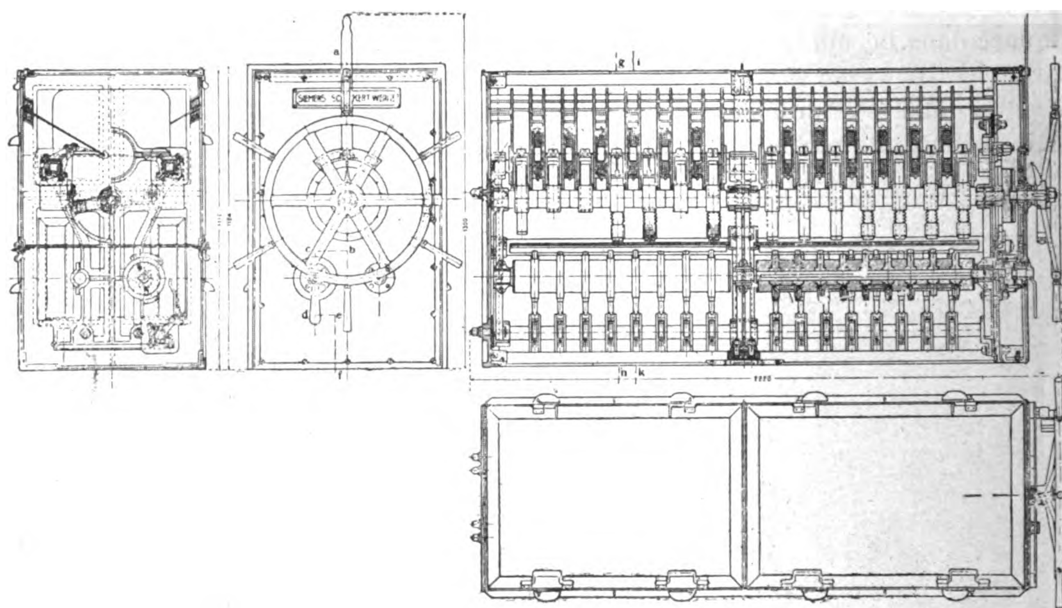


Fig. 7. — Détails du controller.

de 250 volts ; il y a en outre 2 lampes à incandescence pour l'éclairage de la cabine. Normalement, il y a ainsi huit lampes en série alimentées par le réseau.

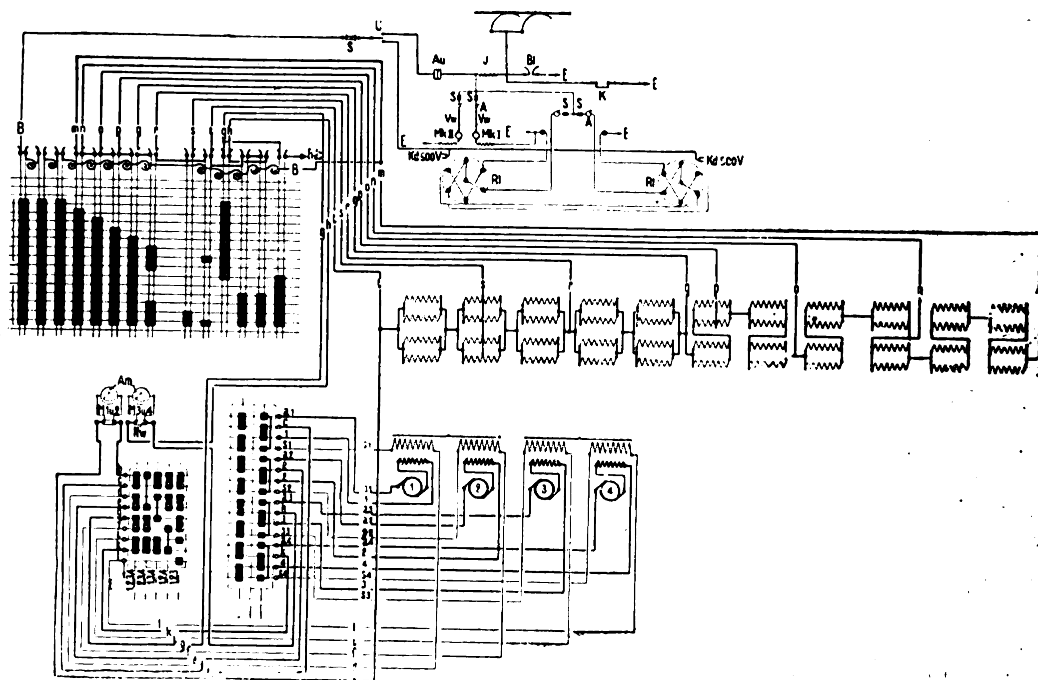


Fig. 8. — Diagramme des connexions de la locomotive.

Les instruments de mesure sont placés sur un tableau en marbre et consistent en deux

ampèremètres (un pour chaque groupe de moteur), un manomètre pour les freins, et un indicateur de vitesse composé d'un voltmètre relié à une petite magnéto calée sur l'un des axes moteurs.

Pour alimenter la locomotive dans les passages où la ligne aérienne doit être interrompue, l'on a prévu des boites de connexion spéciales de chaque côté du châssis ; le courant à 500 volts est alors amené par un câble flexible. Un dispositif sert à mettre directement à la terre les câbles d'alimentation des moteurs, lorsque l'on fait une réparation à l'équipement électrique, pour prévenir le cas où les archets, alors abaissés, viendraient à toucher accidentellement les fils de ligne. Ces archets sont formés de deux bandes de contact en aluminium, supportées par des bras courts, maintenus eux-mêmes par un châssis susceptible de recevoir un déplacement verticalement, afin de maintenir les archets en contact avec la ligne, malgré les variations de hauteur, les archets faisant toujours un angle constant avec cette ligne. Ils peuvent être abaissés complètement au moyen d'un câble et d'un treuil à main placé dans la cabine. Tout le système de prise de courant est placé sur quatre larges isolateurs.

Les locomotives sont munies du frein Westinghouse et d'un frein à main ; le premier comporte 4 réservoirs cylindriques de 60 décimètres cubes placés extérieurement. Un système spécial de valve permet un serrage progressif sur les longues pentes. Des réservoirs d'une capacité de 50 décimètres cubes servent à la manœuvre du sifflet et des sablières.

Enfin, deux réservoirs auxiliaires reliés à une conduite spéciale permettent de commander de la cabine le déchargement des wagons au moyen d'un système pneumatique.

Comme on le voit, par cette brève description, cette nouvelle installation est fort intéressante, et amènera sans doute d'autres applications de la traction du courant continu à haute tension.

J. Reyval.

---

# EXTRAITS DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Sur la propagation des ondes électromagnétiques à la surface d'un conducteur plan indéfini.*** — **J. Zenneck.** — *Annalen der Physik*, t. 23, fasc. 5, nº 10.

L'auteur se propose d'étudier la propagation des ondes électromagnétiques à la surface d'un conducteur plan indéfini présentant une résistivité élevée. Cette étude présente un grand intérêt pour la théorie de la radiotélégraphie. Les cas d'un conducteur parfait et d'une masse liquide bonne conductrice, telle que l'eau de mer, ont été étudiés déjà par E. Cohn [1] et K. Uller [2], et l'auteur suit dans son étude une marche analogue, ce qui le dispensera d'entrer dans le détail des calculs.

### I. — *Équations générales.*

Soient donc :

E, l'intensité du champ électrique ;

M, — magnétique ;

$\varepsilon$, la constante du diélectrique ;

$\mu$, la perméabilité ;

$\sigma$, la conductivité ;

$\omega$, la vitesse de pulsation $\frac{2\pi}{T}$ ;

$j = \sqrt{-1}$ ;

$v = \frac{1}{4\pi}$ (système C. G. S.).

Les grandeurs se rapportant au conducteur ne

[1] E. Cohn, Das elektromagnetische Feld., Leipzig, 1900.

[2] K. Uller, Beiträge zur Theorie der elektromagnet. Strahlung.

seront affectées d'aucun indice, tandis que celles se rapportant à l'air seront marquées de l'indice o. En prenant pour direction de la propagation, celle marquée par la flèche de la fi-

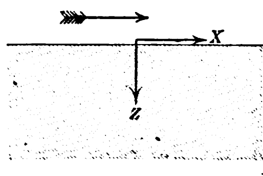



Fig. 1.

gure 1, et en choisissant les axes de coordonnées comme l'indique cette même figure, nous pouvons tout d'abord écrire comme conditions fondamentales :

$$E_y = M_x = M_z = 0.$$

Désignons par F le facteur

$$F = e^{j(\omega t + sx)},$$

$s$ étant une constante à déterminer.

Les équations de Maxwell sont :

$$(\sigma + j\omega\varepsilon)\,E_z = -\,v.\,jsM_y$$

$$(\sigma + j\omega\varepsilon)\,E_x = v.\,\frac{dM_y}{dz}$$

$$j\omega\mu M_y = v.\left(\frac{dE_x}{dz} - jsE_z\right).$$

Dans l'air leur solution est de la forme (¹) :

$$\left.\begin{aligned} M_{oy} &= a_o e^{-jr_o z}.F \\ E_{ox} &= -\,ir_o\cdot\frac{v}{\sigma_o + j\omega\varepsilon_o}\cdot a_o e^{-jr_o z}.F \\ E_{oz} &= -\,js\cdot\frac{v}{\sigma_o + j\omega\varepsilon_o}\cdot a_o e^{-jr_o z}.F \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

et dans le conducteur :

$$\left.\begin{aligned} M_y &= ae^{jrz}.\,F \\ E_x &= jr\cdot\frac{v}{\sigma + j\omega\varepsilon}\cdot a^{jrz}.\,F \\ E_z &= -\,js\cdot\frac{v}{\sigma + j\omega\varepsilon}\cdot a^{jrz}.F. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Entre les grandeurs $r$, $r_o$, $s$, l'on a les relations

$$\left.\begin{aligned} r_o^2 + s^2 &= -\frac{j\omega\mu(\sigma_o + j\omega\varepsilon_o)}{v^2} \\ r^2 + s^2 &= -\frac{j\omega\mu(\sigma + j\omega\varepsilon)}{v^2}. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

(¹) Le terme $\sigma_o$ tient compte d'une conductibilité possible de l'air.

Les conditions limites donnent en outre les égalités (¹) :

$$a = a_o$$

$$\frac{r_o}{\sigma_o + j\omega\varepsilon_o} = -\frac{r}{\sigma + j\omega\varepsilon}. \quad (4)$$

De ces diverses équations, l'on tire finalement

$$\left.\begin{aligned} s &= -\sqrt{-j\alpha\frac{(1+jq)(\beta+jq_o)}{(1+jq)+(\beta+jq_o)}} \\ r_o &= +\sqrt{-j\alpha\frac{(1+jq)^2}{(1+jq)+(\beta+jq_o)}} \\ r &= -\sqrt{-j\alpha\frac{(\beta+jq_o)^2}{(1+jq)+(\beta+jq_o)}} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

en posant pour abréger

$$\alpha = \frac{\sigma\mu\omega}{v^2}, \quad q_o = \frac{\omega\varepsilon_o}{\sigma},$$

$$\beta = \frac{\sigma_o}{\sigma}, \quad q = \frac{\omega\varepsilon}{\sigma}.$$

2. — *Évaluation des diverses constantes.*

Comme nombre d'*alternances* à la seconde, l'on adoptera $10^6$ ($\omega = \pi \times 10^6$), ce qui correspond à une longueur d'onde dans l'air de 600 mètres environ. On indiquera ultérieurement comment les courbes établies dans cette hypothèse peuvent être utilisées pour d'autres fréquences.

Pour la conductivité du conducteur, les valeurs seront comprises entre $\sigma = 10^{-9}$ et $\sigma = 10^{-17}$ C. G. S. La conductivité d'une solution de Na Cl à 5 % est d'environ $0{,}6 \times 10^{-10}$ C. G. S., tandis que celle du sable entièrement sec atteint $10^{-17}$.

L'influence de la conductivité de l'air est supposée tout d'abord nulle ($\beta = 0$).

Enfin, le rapport $k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = \frac{q}{q_o}$ varie entre 1 et 80.

3. — *Direction du champ électrique.*

*a*) Les équations (1) et (5) donnent pour l'air

$$\frac{E_{ox}}{E_{oz}} = \frac{r_o}{s} = -\sqrt{\frac{jq_o}{1+jq}}$$

$$= -\sqrt{\frac{q_o}{\sqrt{1+q^2}}}\cdot e^{j\varphi_o}, \quad (6)$$

(¹) La première exprime que les composantes de la force magnétique M de part et d'autre de la surface de séparation des deux milieux doivent être égales, la seconde exprime une condition anologue pour les composantes E parallèles à cette surface de séparation. (N. D. T.)

avec

$$\operatorname{tg} 2\varphi_0 = \frac{1}{q}.$$

Les courbes de la figure 2 donnent les valeurs réelles absolues du rapport $\frac{E_{0x}}{E_{0z}}$ (courbe en trait plein) et de l'angle $\varphi_0$ (courbe en pointillé) en fonction de $\sigma$, pour diverses valeurs de $k$.

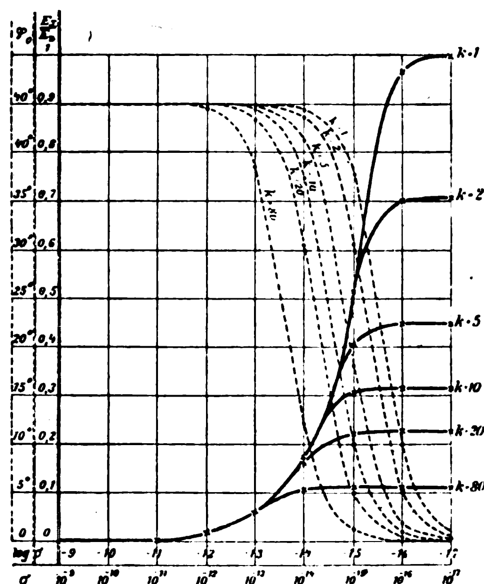



Fig. 2. — Courbes pour la détermination de $\frac{E_x}{E_z}$ et de $\varphi_0$.

*b*) Pour le conducteur, les équations (2) et (5) donnent de la même façon

$$\frac{E_x}{E_z} = -\sqrt{\frac{\sqrt{1+q^2}}{q_0}} \cdot e^{j\varphi}, \qquad (7)$$

avec

$$\operatorname{tg} 2\varphi = -\frac{1}{q},$$

d'où

$$\varphi = 90^\circ - \varphi_0.$$

De (6) et (7) l'on conclut que la valeur absolue réelle du rapport $\frac{E_x}{E_z}$ est l'inverse de celle du rapport $\frac{E_{0x}}{E_{0z}}$.

Afin de pouvoir utiliser les courbes de la figure 2 pour d'autres fréquences, l'on peut remarquer que les grandeurs $q$ et $q_0$ ne contiennent que le rapport $\frac{\omega}{\sigma}$, et que, par suite, une augmentation ou une diminution de la fréquence agit comme une diminution ou une augmentation de la conductivité.

*c*) D'après les égalités (6) et (7), le champ électrique résultant, aussi bien dans l'air que dans le conducteur, est représenté par un vecteur dont l'extrémité se déplace sur une ellipse (fig. 3) pendant la durée d'une période.

Pour le conducteur par exemple, l'on a ainsi :

$$\frac{OA_1}{OA} = \frac{OB_1}{OB} = \sin\varphi,$$

$$\frac{OB}{OA} = \left|\frac{E_x}{E_z}\right|,$$

en indiquant par $| \quad |$ que l'on a affaire à des valeurs réelles absolues.

Les cas les plus intéressants en pratique sont les suivants :

$\alpha$) $\left|\frac{E_x}{E_z}\right|$ est petit devant l'unité. — Le champ électrique dans l'air et dans le conducteur est très approximativement un champ alternatif ordinaire. Si l'on n'envisage que le champ au voisinage immédiat de la surface du conducteur, l'on peut ne tracer que les demi-ellipses relatives respectivement à chacun des deux milieux pour les points de cette surface de séparation.

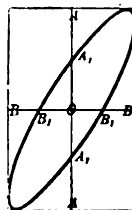



Fig. 3.

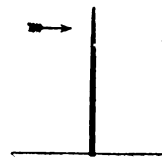


Fig. 4.

L'on obtient ainsi la figure 4 dans laquelle les lignes de force dans l'air sont à peu près perpendiculaires à la susdite surface, tandis que dans le conducteur, elles lui sont approximativement parallèles.

D'après les courbes de la figure 2, ce cas est celui où $\sigma$ est peu inférieur à $10^{-12}$ C. G. S.

$\beta$) $\left|\frac{E_x}{E_y}\right|$ est assez notable ; $\varphi_0$ est très petit (fig. 5).

Dans l'air le champ est à peu près alternatif et sa direction fait un angle notable avec la normale à la surface ; au contraire dans le conduc-

teur le champ affecte une forme elliptique très accusée. Les courbes de la figure 2 montrent que ce cas se présente avec de faibles valeurs de constante diélectrique; il se réalise d'ailleurs d'autant plus aisément que la conductivité est faible.

$\gamma) \left|\frac{E_x}{E_z}\right|$ et $\varphi_0$ sont tous deux assez notables (fig. 6).

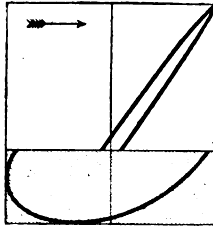


Fig. 5.

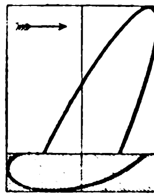


Fig. 6.

Le champ dans l'air est également elliptique.

Les conditions pour ce troisième cas sont une constante diélectrique assez faible, et une conductivité $\sigma$ voisine de $10^{-15}$ C. G. S. pour la fréquence adoptée ci-dessus.

*(A suivre.)* J. B.

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Sur l'allumage des moteurs à explosion au moyen de rupteurs.*** — **E.-J. Edwards.** — *Electrical World*, 19 octobre 1907.

Comme on le sait, l'on peut employer pour l'allumage des moteurs à explosion un rupteur mû mécaniquement par l'arbre de distribution, et qui sert à rompre le circuit d'un générateur électrique en série avec une bobine de self-induction. L'étincelle de rupture ainsi produite est apte à l'inflammation de mélanges détonants. Dans ce qui suit l'on supposera que la source d'électricité est constituée par une pile de force électromotrice E ; l'on désignera en outre par L et R, le coefficient de self-induction et la résistance ohmique du circuit, et par T la durée du contact.

Au temps $t$ après la fermeture du circuit, le courant est égal à

$$I = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right), \qquad (1)$$

d'après une forme connue.

Soit W l'énergie emmagasinée au temps $t$ dans la bobine de self-induction ; l'on peut écrire évidemment

$$W = LI^2. \qquad (2)$$

D'autre part, nous définirons le rendement du système comme le rapport de l'énergie emmagasinée au bout du temps $t$ à l'énergie correspondante W' fournie par la source pour produire cette accumulation. Cette dernière a manifestement pour expression

$$W' = E\int_0^T \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right)dt$$
$$= \frac{E^2}{R}\left(T + \frac{L}{R}e^{-\frac{RT}{L}} - \frac{L}{R}\right); \qquad (3)$$

en tirant de (1) et (2) la valeur W, l'on trouve donc pour $\frac{W}{W'}$ la valeur

$$\frac{W}{W'} = \frac{\frac{L}{2R}\left(1 - e^{-\frac{RT}{L}}\right)^2}{T + \frac{L}{R}e^{-\frac{RT}{L}} - \frac{L}{R}} = \frac{(1 - e^{-x})^2}{2(x + e^{-x} - 1)},$$

en posant

$$T = x \cdot \frac{L}{R}.$$

Pour

$$x = 0, \quad \frac{W}{W'} = 1;$$

$$x = 1, \quad \frac{W}{W'} = 0{,}543;$$

$$x = 3, \quad \frac{W}{W'} = 0{,}221.$$

L'on voit donc que le rendement sera d'autant plus élevé que le temps de contact T sera plus court.

Une discussion mathématique des phénomènes produits lorsque l'étincelle jaillit n'est guère possible à cause de la connaissance imparfaite des variations de résistance due à l'espace d'air. Toutefois, il est permis de penser que l'énergie emmagasinée dans la bobine d'inductance ne diffère pas beaucoup de celle libérée dans l'étincelle.

Dans le but de faire quelques vérifications expérimentales, l'auteur a fait un certain nombre d'essais avec un moteur à gaz fonctionnant à pleine charge.

La bobine d'inductance utilisée pouvait présenter un coefficient de self-induction variant jusqu'à 0,27 henry, valeur plus élevée que celle ordinairement employée en pratique. Une batterie de sept éléments secs servait de source d'énergie ; enfin le mécanisme d'allumage permettait de faire varier le temps de contact sans modifier le point d'inflammation. L'on notait le nombre de ratés dans l'allumage. Dans ces conditions, l'on constata qu'à chaque valeur de l'inductance devait correspondre une valeur du temps de contact pour que le moteur fonctionnât sans ratés avec un nombre minimum d'éléments.

Pour $T = 0{,}006$ sec. une inflammation parfaite exigeait 4 éléments, tandis que pour $T = 0{,}066$, 2 éléments étaient suffisants.

Le tableau suivant donne, pour diverses valeurs de l'inductance, l'énergie W calculée en joules ainsi que les temps du contact correspondants au nombre minimum d'éléments nécessaires pour assurer une bonne inflammation.

| T | Valeurs de la self-induction. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,27 | 0,199 | 0,132 | 0,080 | 0,041 | 0,014 |
| 0,0062 | 0,0064 | 0,0060 | 0,0060 | 0,0100 | 0,0120 | 0,0280 |
| 0,0260 | 0,0310 | 0,0250 | 0,0160 | 0,0250 | 0,040 | 0,063 |
| 0,0440 | 0,051 | 0,062 | 0,090 | 0,057 | 0,085 | 0,093 |
| 0,066 | 0,045 | 0,056 | 0,080 | 0,100 | 0,129 | 0,168 |

L'on constate ainsi que l'énergie W nécessaire est d'autant plus faible que le temps de contact est plus court et que l'inductance est plus élevée. Le premier résultat peut s'expliquer par la polarisation des piles qui occasionne une diminution de l'énergie accumulée réellement lorsque le temps de contact augmente. D'autre part, avec le dispositif expérimenté par l'auteur, le temps de contact minimum correspondait à une rupture lente; cette dernière donnerait donc lieu en l'espèce à une étincelle plus puissante.

Lorsque T est plus petit par rapport à $\frac{L}{R}$, l'énergie de l'étincelle augmente rapidement lorsque la vitesse du moteur diminue, par suite de l'augmentation de T; si au contraire T est grand par rapport à $\frac{L}{R}$, elle n'augmente que très peu et même décroît parfois, à cause de la polarisation de la batterie.

Pour le nombre $n$ des éléments des piles à adopter, l'auteur propose une formule empirique linéaire en fonction du nombre d'heures de marche par jour H :

$$n = 0{,}4 \times H + 3.$$

Au-dessus de 12 heures, l'on doit de préférence employer deux batteries fonctionnant alternativement.

En pratique, l'inductance L ne sera jamais inférieure à 0,05 henry, et la force électromotrice d'un élément est d'environ 1,5 v.

Quant à la résistance R, elle est donnée approximativement par la relation

$$R = r'n + r'' + \sqrt{CL},$$

en désignant par $r'$ la résistance d'un élément (environ 0,16 ohm), $r''$ la résistance des connexions (environ 0,20 ohm), et C une constante dépendant du type de la bobine de self-induction employée (Pour celle utilisée dans les essais, $C = 1{,}85$).

A titre d'exemple, l'auteur donne les chiffres suivants :

$$H = 12$$
$$C = 1{,}85$$
$$n = 8$$
$$L = 0{,}26$$
$$R = 2{,}65$$
$$\frac{L}{R} = 0{,}098 \text{ sec.}$$
$$x = 0{,}25$$
$$T = 0{,}024 \text{ sec.}$$

P. S.

## TRANSMISSION & DISTRIBUTION

***Tarificateur électrique pour la distribution à forfait.* — Mario Buffa.** — *Elettricista*, 15 octobre 1907.

Le problème d'empêcher les fraudes de la part des abonnés à forfait a été étudié depuis longtemps.

...

On a tout d'abord préconisé l'emploi d'un *limiteur* de courant qui empêchait l'abonné de dépasser la limite fixée par son contrat. A de tels appareils on peut objecter que le véritable intérêt du vendeur n'est pas tant d'empêcher que le client n'outrepasse la limite fixée d'avance, mais bien de prétendre que si cette limite est dépassée, l'énergie fournie au delà soit payée à un tarif élevé.

D'autre part, les limiteurs, même s'ils sont construits avec soin, présentent cependant peu de sécurité, car ils ont une zone de fonctionnement incertaine, au lieu de fonctionner à un courant bien déterminé.

L'ingénieur Arcioni propose un appareil qui insère un compteur spécial dans le circuit dès que le courant a atteint la limite fixée par le forfait. Ce compteur relève alors l'énergie consommée au delà du forfait, mais son appareil, s'il résoud bien le problème, est coûteux, et si le système peut convenir dans le cas de gros moteurs, il est trop cher pour les appareils d'éclairage.

L'ingénieur Wright a proposé l'application d'un indicateur de maxima et le payement de l'énergie d'après le maximum indiqué par l'appareil. Mais l'on voit qu'il n'est pas juste de faire payer le même prix unitaire à ceux qui ont bénéficié du maxima pendant quelques instants et ceux qui l'ont conservé pendant tout un mois. C'est d'ailleurs encore un appareil coûteux, peu applicable aux petites installations de lumière.

L'appareil inventé par l'auteur se met à fonctionner dès que la limite est dépassée et enregistre la consommation en fonction du temps comme un compteur ordinaire.

Avec un tel appareil, la société fera payer à l'abonné :

1° Le prix convenu pour le forfait ;

2° Un certain surplus par K. W. H. pour toute l'énergie consommée au delà de la limite du forfait.

Si, par exemple, la demande d'énergie varie suivant la courbe OA (fig. 1), et si la ligne MN représente la limite du forfait, le consommateur payera à forfait pour la surface en blanc et il payera au compteur pour l'aire hachurée.

Le principe de l'appareil est des plus simples (fig. 2). En série avec un des conducteurs AB, est disposée une résistance R, et en parallèle avec celle-ci se trouve un voltamètre K contenant de l'eau rendue conductrice par une solution quelconque. Jusqu'à ce que la chute $R_1I_1$

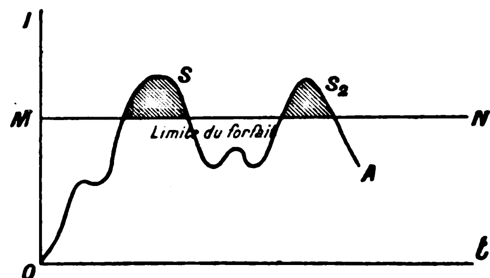



Fig. 1. — Principe de tarification proposé.

soit supérieure à la force contre-électromotrice du voltamètre E, aucun courant ne circule dans ce dernier, qui joue le rôle de résistance infinie,

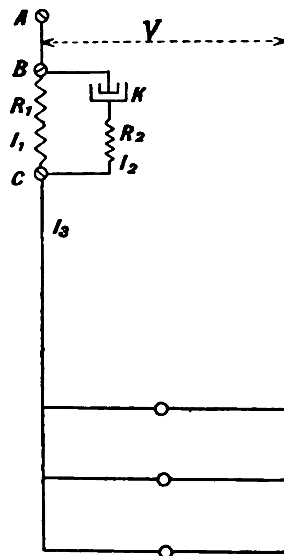



Fig. 2. — Schéma du tarificateur Buffa.

mais dès que la relation $R_1I_1 \geqslant E$ est satisfaite, un courant dérivé passe dans le voltamètre. Le phénomène est indépendant de la polarité du courant lorsque les deux électrodes sont inattaquables. On peut démontrer que l'intégrale $\int_0^T I_2 dt$, proportionnelle au volume du gaz produit, correspond à l'aire hachurée de la figure 1, pourvu qu'on choisisse $R_1$ de telle sorte que le courant limite $I_a$ donne

$$R_1 I_a^1 = E.$$

En appliquant les lois de Kirchoff, on arrive à la formule :

$$\int_0^T I_2 dt = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \int_0^T (I_3 - I_a)\, dt.$$

En variant le rapport $\frac{R_1}{R_1 + R_2}$ et les dimensions du tube voltamétrique, on peut faire varier la sensibilité de l'appareil, de sorte qu'un millimètre d'abaissement du niveau du liquide peut correspondre à un excès de demande de 1 hectowattheure ou bien à 10 K. W. H.

L'auteur montre ensuite qu'on peut employer aussi son appareil dans une distribution à intensité constante.

Un grave problème est celui de l'évaporation. Evidemment, si pendant l'été le liquide s'évaporait, l'appareil donnerait de fausses indications. Si on prend une solution de sulfate de soude avec de l'huile de vaseline portée à une température de 200 degrés, de façon à chasser toutes les parties volatiles, on réduit à zéro l'évaporation du liquide.

L. G.

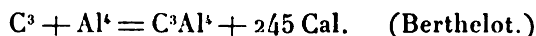
## ÉLECTROCHIMIE & ÉLECTROMÉTALLURGIE

***Formation et préparation du carbure d'aluminium.*** — Note de **M. Camille Matignon,** présentée par **M. Ditte.** — Académie des Sciences, séance du 21 octobre 1907.

MM. Mallet [1] et Franck [2] ont cherché à combiner l'aluminium et le charbon en chauffant leur mélange à haute température. Le premier n'a constaté la formation d'aucune combinaison, le deuxième a obtenu un produit qui n'avait pas changé d'aspect, mais qui donnait, avec l'acide chlorhydrique, un dégagement d'hydrogène mêlé d'un peu d'acétylène. Il conclut à la formation probable d'un peu de carbure. Moissan [3] a préparé du carbure d'aluminium en chauffant le métal dans un creuset de charbon à la température du four électrique, et il a montré qu'il ne donnait point d'acétylène, mais seulement du méthane dans sa décomposition.

(1) Journ. of Chem. Soc., t. II, 1876, p. 349.
(2) Bullet. S. Chim., 3e série, t. XI, 1894, p. 446.
(3) Le Four électrique, p. 321.

I. L'énorme quantité de chaleur dégagée dans la combinaison de l'aluminium avec le carbone



$$C^3 + Al^4 = C^3Al^4 + 245 \text{ Cal.} \qquad \text{(Berthelot.)}$$

rendait très probable l'union des deux éléments sans intervention du four électrique. Celui-ci, en effet, ne serait indispensable que dans le cas bien rare où la réaction ne sortirait de sa zone de frottement qu'à la haute température de l'arc électrique. Malgré les insuccès de Mallet et Franck, des expériences ont été entreprises pour vérifier ces prévisions.

On prépare commodément le carbure d'aluminium en chauffant au four Perrot un mélange intime de deux composants. Il est bon d'employer un excès d'aluminium facile à séparer du carbure obtenu. Le carbone est pris sous forme de noir de fumée préalablement calciné pour le débarrasser de son humidité. Son mélange intime avec la poudre d'aluminium est obtenu par un malaxage avec de l'essence de térébenthine. Après 20 minutes de chauffe dans un four Perrot la réaction est terminée.

Les proportions employées ont été les suivantes : 24 parties de carbone pour 70 ou 140 parties d'aluminium.

Le produit brut se présente sous la forme d'une masse fortement frittée de teinte jaune un peu olivâtre. Au microscope, le carbure qui paraît cristallisé est parsemé de petits globules brillants résultant de l'aluminium en excès. On élimine ce dernier facilement par un lavage rapide à l'acide chlorhydrique ou mieux à la potasse froids.

Dans certaines préparations, les parties centrales du creuset contenaient le carbure pur, formé de petites paillettes hexagonales, de dimensions à peu près uniformes atteignant $\frac{1}{5}$ millimètre de diamètre.

Ces paillettes, qui ont un aspect gras très prononcé, sont d'un jaune très clair. Toutes ces propriétés s'accordent avec celles qui ont été indiquées par Moissan.

Un échantillon, décomposé par l'eau avant l'élimination de l'aluminium, a donné un mélange gazeux contenant 96,36 de méthane et 3,63 d'hydrogène.

Le même produit, débarrassé d'aluminium, a fourni du méthane pur. $0^g,2323$ ont dégagé successivement $42^{cm^3},5$ de gaz recueillis à $17^\circ,5$, puis

$69^{cm^3},5$ mesurés à 23° sous la pression atmosphérique normale. Le volume total de gaz est de $103^{cm^3},6$ au lieu de $108^{cm^3},4$ correspondant au carbure pur, soit un rendement de 96,6 °/°.

Le gaz provenant de la première portion a été analysé :

| | |
|---|---|
| Gaz. . . . . . . . . . . . . . | 5,5 |
| Oxygène ajouté. . . . . . . . . . | 17,85 |
| Après l'étincelle. . . . . . . . . | 12,45 |
| Après absorption par la potasse. . . . . | 7,05 |
| Après absorption par l'acide pyrogallique. . | 0,05 |
| Contraction. . . . . . . . . . . . | 10,90 |
| $CO^2$. . . . . . . . . . . . . | 5,40 |
| Oxygène absorbé. . . . . . . . . | 10,90 |

Le méthane pur donnerait 5,45 de gaz carbonique et 10,90 de contraction.

II. L'iode et le soufre en se combinant avec $1^{at}$ d'aluminium dégagent une quantité de chaleur comparable à celle du charbon :

| | Cal |
|---|---|
| C. . . . . . . . . . . . . . | 61,2 |
| I. . . . . . . . . . . . . . | 70,3 |
| S. . . . . . . . . . . . . . | 63,2 |

Pour unir les deux premiers éléments au métal divisé, il suffit de provoquer artificiellement la combinaison en un point du mélange (¹). L'auteur a essayé de réaliser la synthèse du carbure métallique par le même artifice.

L'expérience montre qu'il est nécessaire d'employer un excès d'aluminium pour obtenir ce résultat (24 parties de carbone pour 140 parties d'aluminium). L'excès de métal, en se combinant partiellement à l'oxygène ou à l'azote, apporte une chaleur complémentaire qui facilite la réaction.

Voici, par exemple, les résultats d'une analyse du gaz méthane obtenu à partir d'un carbure préparé sans chauffage extérieur.

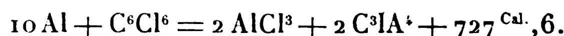
| | |
|---|---|
| Gaz analysé. . . . . . . . . . . | 6 |
| Oxygène ajouté. . . . . . . . . | 17,5 |
| Après l'étincelle. . . . . . . . . | 12,1 |
| Après absorption par la potasse. . . . | 6,45 |
| Après absorption par l'acide pyrogallique. . | 0,35 |
| Contraction. . . . . . . . . . . | 11,40 |
| $CO^2$. . . . . . . . . . . . . | 5,65 |
| Oxygène absorbé. . . . . . . . . | 11,40 |

Avec le gaz pur on aurait obtenu 5,65 de gaz carbonique et 11,30 de contraction.

(¹) C. Matignon, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1391.

III. Il était évident que les deux éléments s'uniraient aussi quand on les chaufferait au chalumeau oxyacétylénique. Effectivement, le produit brut en réagissant sur l'eau a fourni du méthane (¹).

IV. On peut aussi préparer le carbure d'aluminium en faisant agir les chlorures de carbone sur le métal. Le succès de la méthode ne paraît pas douteux, *a priori*, si l'on envisage le dégagement thermique qui correspond par exemple à la réaction suivante :



$$10\,Al + C^6Cl^6 = 2\,AlCl^3 + 2\,C^3Al^4 + 727^{Cal.},6.$$

La volatilité du chlorure d'aluminium permettra de séparer les deux produits et d'obtenir le carbure pur.

La poudre d'aluminium purifiée est mêlée avec les proportions théoriques de chlorure de Julin et le tout est chauffé en tube scellé à la température de 225°. Il importe de n'opérer que sur de petites quantités de matière sinon le vase scellé est infailliblement brisé.

On peut remplacer la benzine perchlorée par d'autres chlorures de carbone et diriger les vapeurs de ces chlorures sur la poudre d'aluminium légèrement chauffée.

Dans tous les cas, la production du méthane, à partir du corps obtenu, a montré qu'il se formait du carbure d'aluminium.

Il y a dans la réaction précédente, le principe d'une méthode qui peut être généralisée et appliquée à la préparation d'autres carbures. L'auteur se propose d'en faire l'étude (²).

## OSCILLATIONS HERTZIENNES & TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

***Sur la production de courants de haute fréquence au moyen d'une lampe Nernst à incandescence.*** — **Johann Sahulka.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 octobre 1907.

Comme condition à la production d'ondes entretenues de haute fréquence au moyen d'un arc

(¹) Le détail des analyses sera donné dans un Mémoire développé.

(²) La plupart des réactions exposées ont été prévues et faites publiquement au Collège de France, en février 1903, à l'occasion d'un cours sur les carbures, siliciures, etc. Elles ont été réalisées avec l'aide de M. Trannoy.

à courant continu monté en parallèle avec un circuit oscillant, Duddell a montré que l'on devait satisfaire à l'inégalité

$$\frac{de}{di} < -r,$$

en appelant $i$ et $e$ le courant et la tension de l'arc, et $r$ la résistance ohmique du circuit oscillant.

En d'autres termes, la résistance de l'arc diminue lorsque le courant augmente, ce qui d'ailleurs a effectivement lieu avec l'arc. Simon a d'autre part indiqué déjà que tout conducteur présentant une résistance ohmique décroissante pour une augmentation de courant doit donner lui au même phénomène (Phys. Zeitschr., Bd. 3, S. 278). L'auteur a essayé d'employer à cet effet une lampe Nernst à incandescence, fabriquée par une tension de 200 volts.

En parallèle avec cette lampe était disposé un circuit oscillant; la tension d'alimentation était de 220 volts. Une résistance et une bobine de self-induction étaient intercalées en série sur le circuit d'alimentation. Le bâtonnet incandescent était chauffé au moyen d'une lampe à gaz, afin de le rendre conducteur. Dans aucun cas l'on n'a constaté la présence d'oscillations entretenues. D'après l'auteur, les variations de résistance des corps incandescents sont trop faibles, pour fournir l'énergie nécessaire à la production de telles oscillations (1).

J. B.

(1) Le lecteur comparera avec intérêt les résultats négatifs des essais de M. Sahulka, avec les résultats obtenus récemment par M. Weinberg. *Eclairage Electrique*, tome LIII n° 45, 9 novembre 1907, page 211 (N. D. L. R.).

## MESURES

***Mesure simultanée de la capacité et du facteur de puissance des condensateurs.* — F. W. Grover.** — *Bulletin of the Bureau of Standards*, Washington.

Dans un condensateur ayant de l'absorption, l'angle d'avance $\varphi$ du courant sur la tension est inférieur à $\frac{\pi}{2}$, et le facteur de puissance est égal à $\sin\theta$, $\theta$ étant un angle de valeur très faible, complément de l'angle d'avance $\varphi$.

Un tel condensateur est équivalent à une capacité C en série avec une petite résistance $\rho$, et l'on a alors

$$\operatorname{tg}\theta = pC\rho, \qquad (1)$$

$p$ étant la vitesse de pulsation du courant alternatif.

On peut également le regarder comme formé par une capacité C shuntée par une résistance W, telle que

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{CpW}. \qquad (2)$$

Suivant les cas, l'une ou l'autre de ces hypothèses donnent le maximum de simplicité aux formules.

Le facteur de puissance peut être déterminé par une mesure directe des pertes ; de semblables mesures ont été faites par Potts (1) au moyen de l'une des méthodes électrodynamométriques de Rowland, et par Rosa (2) qui a développé un certain nombre de méthodes pour la mesure de $\theta$, et a montré qu'elles donnaient des résultats comparables à ceux trouvés précédemment par lui et par Smith au moyen de mesures avec un wattmètre (3) ou d'une méthode calorimétrique (4).

La première de ces méthodes a également été employée par Steinmetz (5) pour des essais effectués sur des condensateurs de la General Electric Company.

En 1891, M. Wien (6) a donné plusieurs méthodes pour la mesure des inductances et des capacités au moyen du pont. Deux des branches aboutissant au même pôle de la source de courant, sont formées par des résistances connues et les deux autres sont formées respectivement par le condensateur en essai, et par le condensateur étalon supposé sans absorption en série avec une résistance connue.

Cette méthode a été employée avec succès par Monasch (7) pour des recherches sur les pertes dans le diélectrique des câbles.

Le présent mémoire a pour objet plus particulièrement la détermination du facteur de puis-

(1) *Amer. Jour. Sc.* (4), 10, p. 91, 1900; *Phys. Zs.*, 2, p. 301, 1901.
(2) *Bulletin of Bureau of Standards*, 1, p. 383, 1905.
(3) *Phys. Rev.*, janv. 1899.
(4) *Phys. Rev.*, févr. 1899.
(5) *Electrician*, Londres, 5 juill. 1901.
(6) *Wied. Annalen*, 44, p. 681, 1891.
(7) Inaugural Dissertation, Dantzig, 1906.

sance des condensateurs destinés à des mesures de précision de coefficients de self-induction et de capacités. Pour éliminer toute erreur constante, les diverses méthodes ont été comparées [1].

I. — *Méthodes des résistances en série* (Wien).

L'auteur a appliqué cette méthode telle qu'elle vient d'être décrite ; il a toutefois, pour la simplicité des formules, supposé que l'absorption des condensateurs $C_1$, $C_2$ comparés peut être regardée comme équivalente à l'introduction de petites résistances $\rho_1$, $\rho_2$ en série avec ces condensateurs (formule 1), tandis que Wien admettait que cette absorption pouvait être représentée par des résistances en dérivation sur les condensateurs (formule 2).

En appliquant la méthode symbolique bien connue due à Lord Rayleigh et autres, l'on voit facilement que lorsqu'il y a équilibre, l'on a :

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{R_3}{R_4} \qquad (3)$$

$R_3$ et $R_4$ étant les résistances ohmiques d'équilibre dans les autres branches du pont ; si d'autre part l'on désigne par $r_1$, $r_2$ les résistances ohmiques en série respectivement avec $C_1$ et $C_2$, l'on peut écrire,

$$\operatorname{tg}(\theta_2 - \theta_1) = pC_1r_1 - pC_2r_2 \qquad (4)$$

en supposant que les angles $\theta_1$ et $\theta_2$ sont très petits, et en tenant compte de la formule (1).

Cette méthode donne lieu aux erreurs suivantes :

(*a*) Erreurs dues à la capacité ou à l'induction des résistances $R_3$ et $R_4$. — L'auteur développe longuement quelques formules qui montrent que la correction à apporter peut être assez importante dans certains cas, mais que l'erreur peut toutefois être très réduite lorsque les bobines $R_3$ et $R_4$ sont de construction analogue, et si l'on fait un autre essai en intervertissant ces résistances.

(*b*) Erreurs dans le rapport $\frac{R_3}{R_4}$. — Cette erreur ne dépasse pas $\frac{1}{10\,000}$ d'après les formules données par l'auteur ; dans la plupart des cas, lorsque les capacités sont presque identiques, cette erreur sera même beaucoup plus faible si les résistances $R_3$ et $R_4$ sont formées de deux résistances identiques que l'on intervertit, et de petites résistances réglables supplémentaires pour parfaire l'équilibre.

(*c*) Erreurs dues à la capacité ou à l'inductance de $r_1$ et de $r_2$. — Lorsque les condensateurs ont une capacité et une absorption à peu près égales, les corrections à apporter sont négligeables. Toutefois, lorsque la capacité est de l'ordre de $\frac{1}{1\,000}$ microfarad, et que les facteurs de puissance sont nettements différents, ces corrections peuvent atteindre $\frac{7}{100}$ pour la mesure des capacités (formule 3) et $\frac{15}{100}$ pour la mesure des facteurs de puissance (formule 4).

(*d*) Erreurs dues à la capacité électrostatique du pont. — Ces erreurs peuvent, en général, être éliminées d'une manière suffisante ; lorsque les capacités sont de l'ordre de $\frac{1}{10}$ microfarad et moins, l'on peut cependant utiliser avec avantage la méthode de substitution suivante :

L'on emploie une capacité auxiliaire $C_2$ à laquelle l'on compare successivement la capacité $C_1'$ à l'essai et la capacité étalon $C_1''$ ; l'on a ainsi

$$\frac{C_1'}{C_2} = \frac{R_4}{R_3'}$$

$$\frac{C_1''}{C_2} = \frac{R_4}{R_3''},$$

d'où

$$\frac{C_1'}{C_1''} = \frac{R_3''}{R_3'}, \qquad (5)$$

$R_3'$ et $R_3''$ étant les deux valeurs de $R_3$ trouvées dans les deux mesures ; de même, en appliquant la formule (4) :

$$\operatorname{tg}(\theta_1' - \theta_1'') = pC_1''r_1'' - pC_1'r_1'. \qquad (6)$$

[1] Avant de commencer l'exposé de ces méthodes, l'auteur montre que par suite de l'absorption, il n'est pas possible en général d'obtenir l'équilibre avec un pont ordinaire ; l'on peut seulement obtenir un minimum de courant dans le galvanomètre ou le téléphone. Les méthodes décrites sont des méthodes de comparaison, qui supposent donc un des deux condensateurs parfaitement connu. L'auteur montre d'ailleurs dans la suite comment l'on peut arriver à des valeurs absolues.

Les effets de la capacité électrostatique propre du pont lui-même affectent de la même manière les mesures des capacités des deux condensateurs $C_1'$ et $C_1''$, s'ils sont peu différents, puisqu'ils sont placés successivement dans la même branche du pont. Lorsqu'ils sont de type tout à fait dissemblable, l'on peut employer une autre méthode qui sera décrite ultérieurement.

### II. — *Méthode des inductances en série.*

Cette méthode a été suggérée à l'auteur par le P[r] Rosa ; elle consiste à intercaler, en série avec les résistances $R_3$, $R_4$, des bobines ayant des coefficients de self-induction égaux respectivement à $L_3$ et $L_4$. Elle a l'avantage que les dispositifs de compensation ne sont pas en série avec les condensateurs $C_1$ et $C_2$, et ne peuvent, par suite, altérer la capacité des branches correspondantes du pont. Elle convient donc à la mesure des très faibles capacités.

Une seule des inductances $L_3$, $L_4$ peut être réglable, et même lorsque les facteurs de puissance des condensateurs sont presque égaux, l'on peut ne conserver que l'inductance placée dans la branche du pont adjacente au condensateur qui a le facteur de puissance le plus élevé.

D'après une méthode de calcul analogue à celle signalée plus haut, l'on trouve aisément, lorsqu'il y a équilibre, les relations :

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{R_4}{R_3}[1+\mathrm{tg}\,\varphi_3\,\mathrm{tg}\,\theta_2-\mathrm{tg}\,\varphi_4\,\mathrm{tg}\,\theta_1], \qquad (7)$$

et

$$\mathrm{tg}(\theta_1-\theta_2)=\mathrm{tg}\,\varphi_3-\mathrm{tg}\,\varphi_4, \qquad (8)$$

en désignant par $\varphi_3$, $\varphi_4$ les angles tels que

$$\mathrm{tg}\,\varphi_3=\frac{pL_3}{R_3}, \quad \mathrm{tg}\,\varphi_4=\frac{pL_4}{R_4}.$$

En général, l'on constate par des applications numériques que la formule (7) se réduit sensiblement à la formule (3).

Tout ce qui a été dit au sujet de la première méthode peut encore s'appliquer ici, et c'est ainsi que l'on peut opérer par substitution.

### III. — *Méthode des résistances en parallèle.*

En shunt sur chaque condensateur $C_1$, $C_2$ se trouvent des résistances réglables $R_1$ et $R_2$; dans ces conditions, pour qu'il y ait équilibre, il faut que l'on satisfasse aux conditions :

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{R_4}{R_3}\left[1+\left(\frac{k_2}{C_2}-\frac{k_1}{C_1}\right)\right], \qquad (9)$$

$k_1$ et $k_2$ étant les capacités des résistances $R_1$ et $R_2$, et

$$\mathrm{tg}(\theta_1-\theta_2)=\frac{1}{pC_2R_2}-\frac{1}{pC_1R_1}. \qquad (10)$$

En général, si l'on se sert de résistances $R_1$, $R_2$ analogues, le terme correctif de (9) est négligeable, et l'on retombe sur la formule (3).

Cette méthode peut naturellement comporter aussi un essai par substitution, comme les méthodes exposées ci-dessus.

### IV. — *Adaptation de la méthode d'Anderson.*

La méthode suivante diffère considérablement des précédentes et a ainsi, en autres avantages, celui de servir de contrôle aux trois autres.

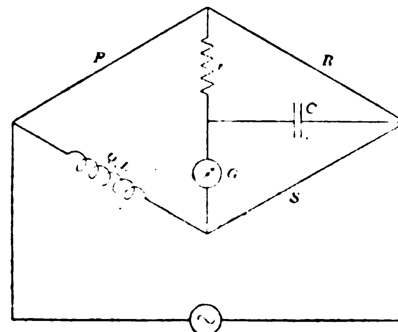



Fig. 1. — Méthode d'Anderson.

Les conditions d'équilibre, pour un point d'Anderson (fig. 1), sont, en tenant compte de l'absorption :

$$\left.\begin{aligned} L &= CS\left[\frac{r(P+R)}{R}+P\right](1-\mathrm{tg}^2\theta) \\ Q &= \frac{PS}{R}+pL\,\mathrm{tg}\,\theta, \end{aligned}\right\} \qquad (11)$$

ou, si $P=R$,

$$\left.\begin{aligned} L &= CS(2r+P)(1-\mathrm{tg}^2\theta) \\ Q &= S+pL\,\mathrm{tg}\,\theta. \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

En appliquant successivement cette méthode à deux condensateurs ayant une différence de phase $\theta_1-\theta_2$, et en se servant de la même inductance L dans les deux cas, l'on peut écrire :

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{2r_1+P}{2r_2+P}[1+(\mathrm{tg}^2\theta_2-\mathrm{tg}^2\theta_1)], \qquad (12)$$

expression qui se réduit le plus souvent à

$$\frac{C_1}{C_1} = \frac{2r_1 + P}{2r_2 + P}, \qquad (12')$$

avec une approximation suffisante.

De même l'on obtient

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = pL(\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2), \qquad (13)$$

ou comme $\theta_1$ et $\theta_2$ sont petits :

$$\operatorname{tg}(\theta_1 - \theta_2) = \frac{\Delta Q}{pL}. \qquad (13')$$

Cette méthode de *substitution* est très commode lorsque les condensateurs sont peu différents, étant donné le grand nombre de variables dont on dispose.

Pour une capacité et une fréquence données, il faut choisir pour L une valeur suffisante grande, si l'on veut obtenir $\operatorname{tg}(\theta_1 - \theta_2)$ avec une grande approximation.

### V. — *Détermination de la valeur absolue du facteur de puissance.*

Lorsque l'on a déterminé la différence $\theta_1' - \theta_1''$ au moyen d'une des 4 méthodes précédentes, et connaissant la résistance ohmique des connexions du condensateur à l'essai, l'on peut évaluer la valeur $\theta_1' - \theta_1''$ relative au condensateur seul ; la correction $\psi$ pour une résistance des connexions $a$ est calculée par la relation

$$\operatorname{tg}\psi = pCa.$$

Pour des condensateurs de capacité notable, et pour des hautes fréquences, cette correction est appréciable, et il est important de connaître exactement $a$. Cela fait, l'on peut employer les méthodes suivantes :

(*a*) Mesure du facteur de puissance par comparaison avec un condensateur à air.

Un condensateur à air bien isolé, et pourvu de connexions peu résistantes, peut être considéré comme ayant un facteur de puissance nul. Le facteur de puissance dû à la résistance d'isolement R peut d'ailleurs au besoin être calculé par la formule

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{1}{pCR}.$$

Un pareil condensateur peut évidemment être employé pour déterminer la valeur absolue d'un condensateur de même valeur nominale. Les condensateurs à air, cependant, deviennent très encombrants lorsque leur capacité dépasse 0,02 0,03 microfarad, et pour les essais avec des capacités notables l'on pourra en mettre 2 ou plus en parallèle. Au moyen de la formule donnant l'impédance réduite d'un tel ensemble, l'auteur montre que, dans la pratique, l'on peut établir que l'angle $\theta$ correspondant à cet ensemble est égal à la moyenne des angles $\theta_1$, $\theta_2$, $\theta_3$, etc. relatif à chaque condensateur de ce groupement :

$$\theta = \frac{C_1\theta_1 + C_2\theta_2 + C_3\theta_3 + \cdots}{C_1 + C_2 + C_3 + \cdots}.$$

L'on peut combiner de même des montages en série.

(*b*) Détermination directe du facteur de puissance par la méthode d'Anderson. — L'on peut employer à cet effet la deuxième des formules 12 ; mais souvent les corrections nécessaires sont plus importantes que les quantités mesurées, et l'auteur développe les formules permettant de réaliser ces corrections.

(*c*) Résultats des essais. — La dernière partie de ce long mémoire est consacrée à la description des essais comparatifs très complets qui ont été faits à des fréquences comprises en 30 et 1 000 périodes à la seconde, et en se servant d'un galvanomètre à vibration, du type Rubens ou Wien, comme appareil de zéro.

Les résultats obtenus par les diverses méthodes sont très concordants.

Voici quelques-uns de ces résultats les plus importants :

1° Pour de bons condensateurs en mica, les angles $\theta$ sont compris entre 0'30" et 5'. Les condensateurs médiocres en mica, surtout ceux de petite capacité ont donné des valeurs égales à 30' et plus.

2° Les bons condensateurs en papier paraffiné ont des valeurs de $\theta$ comprises entre 5' et 20' ; avec des condensateurs pour téléphones l'on a relevé des valeurs atteignant 8° 30', qui correspondent aux facteurs les plus élevés que l'on ait constaté.

3° Pour tous les condensateurs en mica, l'angle $\theta$ diminue lentement lorsque la fréquence croît, et un même résultat a été observé avec les condensateurs en papier de qualité médiocre ; mais avec les bons condensateurs en papier l'effet semble être inverse.

4° Au-dessus de 20° Centigrades le facteur de

puissance augmente avec la température, surtout pour les condensateurs en papier médiocres.

Puisque le facteur de puissance dépend en premier lieu de l'absorption, les fuites ayant un effet négligeable, sa valeur doit donner une indication relative à la grandeur des effets dus à cette absorption : charges résiduelles, variations de la capacité avec la fréquence, dépendance de la capacité apparente des temps de charge et de décharge, etc.

C'est ce qu'ont montré des mesures balistiques, et la mesure du facteur de puissance fournit, par suite, un renseignement précis sur la valeur du condensateur.

P. S.

# BREVETS

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Perfectionnements aux machines-dynamos avec pôles de commutation.*** — **H.-E.-T. Erben.** — Brevet anglais n° 5 866, publié le 31 octobre.

Ce brevet est relatif aux dynamos avec pôles de commutation munis d'enroulements en série avec l'armature.

Dans certains cas, il est avantageux pour la construction de shunter ces enroulements, mais avec les shunts ordinaires sans self-induction appréciable, lors d'une brusque variation de courant, les bobines fortement inductives des pôles auxiliaires ne sont pas parcourues par un courant proportionnellement suffisant, et la commutation devient mauvaise pendant la durée de la variation. L'inventeur propose, pour remédier à cet inconvénient, d'employer des shunts ayant la même constante de temps que les bobines susdites de manière que la proportion de courant passant dans celles-ci reste invariable malgré les variations de débit.

***Moteur synchrone compensé.*** — **Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G.** — Brevet allemand n° 182 661.

Le rotor de ce moteur est muni d'un collecteur sur lequel frotte des balais équidistants et reliés respectivement en série avec chaque phase de l'enroulement du stator (Dispositif analogue à celui d'un moteur série polyphasé). Deux points diamétralement opposés de l'armature (supposée bipolaire) sont en outre reliés au moyen de bagues et de balais à une source excitatrice à courant continu.

***Procédé de démarrage des moteurs monophasés.*** — **Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G.** — Brevet allemand n° 182 075.

Pour améliorer le démarrage des moteurs monophasés à collecteur, l'on utilise l'enroulement de compensation, en totalité ou en partie, à renforcer le flux produit par l'enroulement d'excitation. Un tel procédé est admissible, au démarrage, le rôle de l'enroulement de compensation au point de vue de la commutation étant peu important tant que le moteur n'a pas atteint sa vitesse (1).

Pour réaliser un tel système, l'on peut diviser l'enroulement de compensation en deux portions $c_1$ et $c_2$ placées obliquement par rapport à l'enroulement d'excitation $e$, et montées en parallèle. Au démarrage, l'on interrompt le courant dans $c_1$, par exemple; le flux de l'enroulement $c_2$ donne alors une composante qui vient renforcer le flux de $e$, et l'on obtient un couple énergique. Une fois le moteur en vitesse, l'on rétablit le courant dans $c_1$, et les flux de $c_1$ et de $c_2$ se composent de manière à donner une résultante dirigée suivant la ligne des balais, c'est-à-dire pouvant annuler l'effet du flux dû à l'induit.

## CONDUCTEURS ET CABLES ÉLECTRIQUES

***Nouveau conducteur.*** — **A.-J. Boult.** — Brevet anglais n° 8 539, publié le 31 octobre 1907.

Ce conducteur est formé par un alliage de métaux qui présente une conductivité assez faible, et un point de fusion plus élevé que celui du cuivre ; il peut servir à la fabrication des bandes,

(1) Si l'on veut obtenir le couple maximum pour un échauffement donné du collecteur, l'on constate qu'avec les moteurs actuels, l'on est conduit en général à *diminuer le flux inducteur, et à augmenter le courant dans l'induit* (Ceci résulte des études de MM. Latour, Richter, Bethenod, etc. *Éclairage Électrique*, 1905-1907). Le dispositif préconisé ci-dessus ne semble donc pas avantageux, malgré ce que l'on pourrait croire *a priori*. Il augmenterait les pertes déjà élevées dues aux courants de court-circuit sous les balais.

(N. D. L. R.)

des filaments, etc., pour rhéostats et autres appareils analogues. Cet alliage se compose des métaux suivants :

| | |
|---|---|
| Nickel. . . . . . | 88 % |
| Chrome. . . . . . | 8 % |
| Aluminium. . . . . | 4 %. |

Un fil de $0^{mm},4$ de diamètre et de 30 centimètres de long présente une résistance ohmique de 2,2 ohms, c'est-à-dire égale à environ cinquante fois la résistance du cuivre pur.

***Câbles pour téléphonie à longue distance.*** — **Siemens Brother and Co** et **W. Dieselhorst.** — Brevet anglais n° 25 306, délivré le 10 octobre 1907.

Les difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut intercaler des bobines de self-induction dans un câble téléphonique (suivant le procédé Pupin) sont dues principalement à ce que ces bobines rendent ce câble peu flexible aux points où elles sont intercalées ; les isolants interposés entre l'âme et l'enveloppe sont aussi souvent endommagés lorsqu'on les soumet à des efforts élevés en courbant le câble. Surtout pour les câbles sous-marins, l'on ne connaît jusqu'à présent aucune méthode satisfaisante pour recouvrir les parties du câble où sont placées les bobines d'un isolant imperméable tel que la gutta-percha, qui résiste aux déplacements continuels dus aux marées. La présente invention est relative à un procédé de construction qui remédie à ces divers inconvénients. Les bobines de self-induction sont annulaires, et affectent la forme de cylindres creux allongés ; ces cylindres sont connectés successivement avec les conducteurs qui constituent l'âme du câble, suivant les procédés ordinaires (fig. 1). *a* est le câble à brins

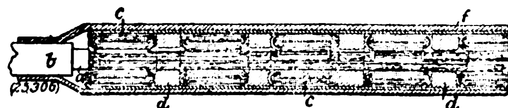



Fig. 1. — Câble téléphonique.

multiples recouvert d'une enveloppe de plomb ; *cc* sont les bobines de self-induction enroulées sur des cylindres en fer ; *dd* sont des pièces de séparation flexibles, en gomme ou en matière analogue, qui maintiennent en place les bobines.

Ces bobines, ainsi que les pièces *dd* forment, une fois mises en place, un tube dans lequel passent les brins du câble et les fils de connexion des susdites bobines. Le tout est ensuite recouvert d'une couche de ruban, et enfin d'une enveloppe de plomb *f* qui prolonge celle recouvrant le câble *b*.

***Câbles électriques.*** — **Paterson** et **J.-W. Bass.** — Brevet anglais n° 22 691, délivré le 24 octobre 1907.

Cette invention est relative à un câble à enveloppe ignifuge destiné à la traction électrique ou aux installations exécutées dans des locaux exposés aux incendies. L'âme est constitué par des fils de cuivre, par exemple, étamés de préférence. Elle est recouverte d'une couche de gomme élastique, puis d'une couche de ruban et d'une couche de papier imprégnées toutes deux d'un enduit ignifuge. Au-dessus est placée une tresse en fil de fer, enduite d'une pâte ignifuge de manière à boucher les interstices. Une seconde couche de papier, et enfin une enveloppe en jute également ignifugées recouvrent le tout. La dernière enveloppe peut être armée au besoin. Le ruban, le papier et la jute peuvent être imprégnés au moyen d'un bain dans une solution ignifuge, suivant les procédés connus.

## LAMPES ÉLECTRIQUES

***Lampes à arc à flamme.*** — **British Thomson-Houston Company.** — Brevet anglais n° 21 510, publié le 24 octobre 1907.

Les électrodes sont constituées par des tubes de fer fermés à l'une de leurs extrémités et contenant le mélange suivant :

| | | |
|---|---|---|
| Oxyde de (titane rutile). . . . . | 30 | parties. |
| Magnétite. . . . . . . . . . | 70 | — |
| Chromite. . . . . . . . . . | 12,5 | — |
| Fluorure de sodium. . . . . . | 0,25 | — |

L'enveloppe en fer qui brûle en même temps que le mélange a pour but de faciliter les rallumages.

***Electrodes pour lampes à arc.*** — **Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.** — Brevet autrichien n° 28 441.

L'électrode négative provenant d'une combinaison métallique est choisie de manière à émettre des vapeurs ou des gaz aptes à l'entretien de l'arc. L'électrode positive est en métal

bon conducteur et difficilement oxydable ; elle peut être refroidie artificiellement et ne s'use pas. Elle forme l'électrode supérieure ; elle sera, par exemple, établie en cuivre. En ce qui concerne l'électrode négative inférieure, l'on utilisera un oxyde métallique tel que l'oxydule de fer. Ces électrodes sont destinées aux lampes à arc fonctionnant à air libre.

***Perfectionnements aux lampes à incandescence.* — Ignaz Salzmann.** — Brevet autrichien n° 29 221.

Pour augmenter la puissance lumineuse apparente des lampes à incandescence, on les soumet à l'action d'un champ électrique ou magnétique, qui imprime aux filaments, lorsqu'ils sont parcourus par un courant alternatif, un mouvement oscillant rapide. L'on obtient ainsi une bande lumineuse. Avec du courant continu, le champ magnétique doit évidemment être produit par un courant alternatif ou tout au moins intermittent.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

***Perfectionnements dans la transmission de signaux par ondes électro-magnétiques.* — R. A. Fessenden.** — Brevet français, n° 379 296, publié le 31 octobre 1907.

Pour empêcher les signaux parasites de gêner une communication radiotélégraphique, l'inventeur emploie 3 antennes réceptrices, dont la première est accordée avec la fréquence de la station de transmission ; les deux autres sont accordées avec des fréquences très peu différentes de cette fréquence, l'une par excès et l'autre par défaut.

Comme appareil téléphonique récepteur, l'on emploie un appareil muni de trois enroulements reliés respectivement au détecteur de chaque antenne, à la manière ordinaire. L'enroulement A correspondant à l'antenne exactement accordée possède un nombre de tours à peu près double de celui des deux autres B et C, et ces deux derniers sont disposés de façon que leur action simultanée soit de sens contraire à celle de A. Dans ces conditions, lorsque l'on reçoit des ondes de fréquence différente de celle avec laquelle l'antenne correspondant à A est accordée, les enroulements B et C contre-balancent à peu près exactement l'action de l'enroulement A, et le téléphone n'enregistre aucun son. Si au contraire, les ondes sont de la fréquence pour laquelle l'antenne A est accordée, l'action de l'enroulement A est nettement prépondérante, et le téléphone enregistre le signal.

Dans certains cas, l'on peut n'employer qu'une seule antenne alimentant trois circuits récepteurs distincts. A la transmission, l'on emploie en général le montage par excitation directe ; pour l'accord, une bobine de self-induction est en série avec l'antenne.

La manipulation s'opère en agissant sur cette inductance.

Pour amplifier l'intensité du signal reçu, l'inventeur propose l'emploi d'un ajustage mobile relié mécaniquement par un fil à la membrane du récepteur téléphonique. Un jet de liquide, dirigé par cet ajustage sur un diaphragme muni d'un cornet acoustique formant résonnateur, produit dans ce dernier une amplification du son perçu par le téléphone. Dans certains cas, ce jet est conducteur et peut servir de récepteur direct d'après l'inventeur, si on l'intercale sur le passage des ondes. Un mouvement d'horlogerie, commandé au moyen d'un relai actionné par un fil chaud intercalé dans le circuit de l'antenne, peut modifier une inductance variable qui sert à maintenir constante la fréquence du courant produit à la station d'émission.

Enfin, le système à trois antennes peut être remplacé par un système à quatre antennes basé sur un principe analogue.

---

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Les nouvelles machines thermiques*** (Moteurs rotatifs et turbines à vapeur et à gaz, turbines à gaz facilement liquéfiables), par **A. Berthier.** — 1 vol. in-8 de 324 pages avec 152 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : broché : 10 francs ; relié : 11 fr. 50.

Le sujet traité par ce volume est certainement l'un des plus intéressants à l'heure actuelle, et la publication d'un nouveau traité ne peut qu'être accueilli avec plaisir. Par rapport à ses devanciers, celui-ci présente des différences essentielles ; ce n'est pas un traité de construction à proprement parler, mais plutôt une exposition, d'ailleurs fort claire en général, des nombreux dispositifs expérimentés ou même simplement proposés.

Parmi ces dispositifs, il est certain que beaucoup ne présentent guère d'intérêt pratique pour le moment, mais d'un autre côté, il est peut-être utile de les signaler, car ils peuvent suggérer des perfectionnements intéressants.

Nous croyons cependant que plusieurs des moteurs décrits (surtout parmi les moteurs rotatifs) auraient pu être omis sans inconvénients ; le livre y eût même gagné en clarté et en précision.

Quoi qu'il en soit, cet ouvrage rendra certainement des services importants à tous ceux qu'intéresse le sujet ; la question des turbines à gaz et à fluides facilement liquéfiables autres que la vapeur, est notamment traitée en détails, d'après les travaux les plus réputés.

Sans prétendre à remplacer le moteur ordinaire à explosion dans toutes ses applications, la turbine à gaz peut néanmoins acquérir un certain développement, surtout pour la production de l'énergie électrique. Sans doute, le turbo-compresseur, qui en est le complément indispensable, n'est pas encore définitivement réalisé, mais les résultats obtenus en particulier par M. Rateau aux mines de Béthune (compresseurs commandés directement par des turbines à vapeur et fournissant de l'air à 7 kilogrammes), peuvent permettre de légitimes espoirs.

P. S.

***Die Konzentrationsbewegung in der deutschen Elektroindustrie,*** par **Dr W. Koch.** — 1 vol. in-12 de 118 pages. — Oldenbourg, éditeur, Berlin. — Prix : broché, M. 2,50.

Le mouvement de concentration qui s'est opéré depuis un certain nombre d'années dans l'industrie des constructions électriques en Allemagne présente un double intérêt, économique et industriel, et à ce titre il était intéressant de réunir les documents établissant la portée de cette concentration et les phases qu'elle a traversées.

De 1896 à 1900, le capital actions des six plus importantes affaires a passé de 97 à 206 millions et demi de marks. Il a donc plus que doublé en 5 ans. La production des appareils électriques a suivi une progression beaucoup plus rapide encore et a passé de 20,25 à 98,26 millions de marks.

En comparant ces deux données, on pourrait supposer que la première est la conséquence de la seconde, et que c'est l'accroissement réel des besoins du consommateur qui a déterminé cette énorme augmentation du capital, mais il se peut aussi que la production énorme résulte tout simplement des moyens mis en œuvre et qu'elle ne corresponde que partiellement aux besoins réels de la société.

Nous touchons là, me paraît-il, et d'une façon trop saisissante, à une des plus graves conséquences sociales de l'organisation actuelle de la production pour que nous n'attirions pas l'attention sur la leçon qui se dégage de ces faits.

De 1896 à 1900, l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft a distribué chaque année 15 % de dividende. La Société Schuckert a distribué 14 et 15 % ; Siemens et Haske, 10 % ; enfin l'Union Elektrizitäst Gesellschaft 12 et 10 %. Puis la crise est venue et les dividendes ont baissé jusqu'à zéro. On devait s'y attendre, comme on s'attendait en France plus récemment à la crise de l'automobile.

La lecture de ce livre doit être surtout recommandée aux jeunes ingénieurs pour qu'ils y puisent un enseignement et qu'ils tirent au moins quelque profit des erreurs de ceux qui les ont précédés.

J. D.

# CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

## TRACTION

### France.

La Compagnie des chemins de fer d'Orléans a récemment commandé 10 locomotives à la Hannoversche Maschinenbau et 20 à la Société Alsacienne de constructions mécaniques.

Les Chemins de fer du Midi viennent de passer commande de 500 wagons.

Les Chemins de fer du Nord ont commandé à la Compagnie de Fives-Lille 8 tabliers métalliques pour 70 000 francs.

### Espagne.

Il s'est constitué à Madrid une Société pour la construction d'un chemin de fer à voie étroite de Valdepenas à Albacete. Les travaux d'établissement de la voie commenceront très prochainement.

### Italie.

Il est question de l'établissement d'une ligne électrique de Brescia à Gardone Val Trompia, la ligne actuelle ne suffisant pas aux besoins de l'industrie.

### Russie.

Le ministère de la marine a confié à la Société mécanique franco-russe et aux chantiers navals de la Baltique la commande des chaudières et turbines pour deux cuirassés dont la construction est décidée. Tous les mécanismes devront être terminés dans un délai de trois ans et demi ; les cuirassés devront être prêts à prendre la mer dans quatre ans. L'usine de la Baltique achève en ce moment l'installation de ses ateliers pour la fabrication de turbines ; à la Société franco-russe ces installations sont dès à présent en ordre de marche.

### Allemagne.

La Compagnie Grand Berlin Motor Omnibus, qui est une filiale de la Compagnie Grand Berlin Tramway, qui possède le monopole des tramways électriques dans la capitale de l'Allemagne, procède à des expériences avec un omnibus pétroléo-électrique qui a été construit par les ateliers Siemens-Schuckert. Jusqu'à présent les expériences effectuées par la compagnie avec des omnibus à pétrole n'ont pas été satisfaisantes, car sur les deux lignes existantes actuellement les frais d'exploitation atteignent le triple des recettes.

### République Argentine.

Le Sénat a voté une loi autorisant l'exécution des travaux de prolongement de la voie ferrée de Cerrillos à Rosario de Lerma jusqu'à Rio-Blanco, ainsi que la construction de la ligne de Bracho à Leales. L'évaluation est de 1 000 000 de piastres.

### Australie.

D'après les rapports publiés par la commission parlementaire des travaux publics de la Nouvelle-Galles du Sud et relatifs à des projets de chemins de fer et de tramways électriques, les lignes projetées sont :

1° Un chemin de fer de Lockhart à Clear Hills, ayant environ 68 kilomètres de longueur et dont le coût est évalué à 3 238 150 francs.

2° Un chemin de fer de Narromine à Peak Hill, d'une longueur de 56 kilomètres environ et dont les frais de construction sont évalués à 2 984 125 francs.

3° Une ligne de tramway de Wallsend à West Wallsend, d'une longueur d'environ 11 kilomètres et dont le coût est estimé à 850 000 francs.

4° Une ligne de tramway de Sydney à Balmain, d'une longueur d'environ 1 kilomètre et demi et évaluée à 568 000 francs. La force motrice et le matériel roulant sont estimés pour cette ligne à une somme de 700 000 francs.

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FILS

Nous avons annoncé dans notre numéro du 2 novembre que, dès l'arrivée à Toulon de la commission spéciale instituée par le décret du 20 juillet, des essais du nouveau matériel de télégraphie sans fil seraient effectués à bord des bâtiments de l'escadre de la Méditerranée. Ces essais ont eu lieu tout récemment, la distance atteinte a été de 750 kilomètres environ. Le croiseur *République*, étant à

Ajaccio, a pu se maintenir en communication avec le *Jules-Ferry* à Toulon, malgré les difficultés de transmission occasionnées par l'élévation des montagnes entourant Ajaccio. La *République* a pu aussi communiquer avec la tour Eiffel, distante de 800 kilomètres.

Les appareils qui ont servi aux expériences ont été perfectionnés par des officiers de notre marine.

*
* *

Le *Daily Telegraph* annonce de Copenhague que des essais ont été effectués avec un nouveau système de télégraphie sans fil entre la station Poulsen à Lyngby et Esbjerg, soit une distance de 320 kilomètres environ. L'inventeur est M. Aron de Lepeï et son système est, d'après lui, très peu coûteux et donne de meilleurs résultats que n'importe quel autre système; l'appareil est aussi très petit et très léger.

L'inventeur a l'intention de faire des expériences entre Esbjerg ou quelques autres stations du continent et l'Angleterre.

*
* *

On annonce que des communications de téléphonie sans fil ont été établies récemment par l'Amalgated Radio-Telegraph C° entre leur laboratoire de Berlin et une petite station à Juterbögk, distante de 80 kilomètres environ.

---

## LÉGISLATION

La Chambre de commerce de Bône est autorisée, par décret du 20 novembre 1907, à avancer au gouvernement général de l'Algérie une somme de 43 055 francs, en vue de l'établissement d'un circuit téléphonique Bône-Morris-La Calle.

*
* *

La Chambre de commerce de Morlaix est autorisée, par décret du 21 novembre 1907, à établir et à administrer au port de cette ville deux grues mobiles à vapeur à double puissance de 1 500 et 2 000 kilogrammes, et leurs voies de roulement.

---

## DIVERS

### *Exposition Internationale d'Électricité de Marseille.*

Dans notre numéro du 9 novembre, page 87, nous avons donné la classification des 17 groupes principaux : ces divers groupes sont divisés en plusieurs classes dont nous donnons le détail ci-dessous.

GROUPE I

TRANSPORT ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

*Lignes aériennes et Accessoires.*

**Classe 1.** — Poteaux en bois, fer, ciment, verre armé, etc. ; Isolateurs en porcelaine, verre, etc. ; Filets protecteurs, plaques, accessoires, divers ; Protection des poteaux contre la pourriture, la rouille, etc. ; Mise à la terre des poteaux métalliques ; Paratonnerres et parafoudres de ligne ; Sectionneurs et interrupteurs de ligne ; Manchons, ligatures, etc.

*Lignes souterraines.*

**Classe 2.** — Câbles ; boîtes de jonction, de branchement, de distribution, de sectionnement ; Coffrets d'abonnés ; Regards, Bobines de réactance, etc.

*Appareillage de moyenne et haute tension.*

**Classe 3.** — Postes de réception, de distribution et de sectionnement ; Interrupteurs à main et à moteur ; Couteaux ; Interrupteurs automatiques ; Coupe-circuits ; Parafoudres de poste ; Limiteurs de tension ; Appareils de mise à la terre ; Condensateurs ; Bobines de self ; Appareils divers de protection ; Isolateurs de poste, etc., etc.

*Transformation.*

**Classe 4.** — Transformateurs statiques à refroidissement naturel, à refroidissement par insuflation, à bain d'huile ; Moteurs-générateurs ; Régulatrices ; Compensatrices ; Commutatrices ; Clapets électrolytiques ; Survolteurs ; Redresseurs à mercure, etc.

*Appareillage industriel de basse tension (jusqu'à 600 volts en courant continu et 500 volts en courant alternatif).*

**Classe 5.** — Kiosques de distribution et de sectionnement ; Interrupteurs ; Coupe-circuits ; Parafoudres de poste ; Condensateurs ; Isolateurs, etc.

*Appareillage domestique de basse tension.*

**Classe 6.** — Câbles ; Fils ; Moulures ; Tubes iso-

lants ; Interrupteurs ; Coupe-circuits ; Commutateurs ; Rhéostats ; Disjoncteurs ; Tableaux, etc.

*Accumulateurs.*

**Classe 7.** — Bacs ; Plaques ; Connexions, etc.

GROUPE II

APPLICATION A LA FORCE MOTRICE ÉLECTRIQUE A L'INDUSTRIE EN GÉNÉRAL

*Moteurs électriques à courant continu.*

**Classe 8.** — Moteurs ; Rhéostats de démarrage ; Rhéostats de réglage ; Inverseurs de marche ; Démarreurs ; Régulateurs ; Démarreurs inverseurs ; Réducteurs de vitesse, etc.

*Moteurs électriques à courant alternatif.*

**Classe 9.** — Moteurs (monophasés, biphasés, triphasés) ; Synchrones et Asynchrones ; Moteurs monophasés à collecteur ; Réducteurs de vitesse ; Rhéostats de démarrage ; Synchroniseurs, etc.

*Applications aux machines-outils.*

**Classe 10.** — Machines-outils de toute nature, fixes et transportables, à commande électrique ; Moteurs transportables ; Marteaux électriques à la main ; Perceuses électriques à main ; Machines à forer, à aléser ; Porte-outils électro-mécaniques ; Électro-aimants industriels.

*Applications aux industries diverses.*

**Classe 11.** — Minoteries ; Huileries ; Industries textiles ; Scieries ; Menuiseries ; Usines frigorifiques ; Imprimeries, etc.

GROUPE III

APPLICATIONS A L'INDUSTRIE DOMESTIQUE

**Classe 12.** — Machines à coudre de tous systèmes ; Machines à broder ; Petites machines-outils ; Scies à découper ; Machines à meuler ; Machines à polir, à aiguiser ; Machines à glacer le linge ; Machines à cacheter ; Machines pour la charcuterie, la laiterie ; Pétrins ; Essoreuses ; Broyeurs ; Lisseuses, etc.

GROUPE IV

APPLICATIONS AUX USAGES DOMESTIQUES

*Lustrerie, Bronzes.*

**Classe 13.** — Lustres ; Lampes ; Appliques ; Plafonniers ; Suspensions, etc.

*Ventilateurs.*

**Classe 14.** — Ventilateurs de table ; Ventilateurs appliques ; Ventilateurs plafonniers ; Ventilateurs de magasin ; Ventilateurs hélicoïdes. etc., etc., pour courant continu et pour courant alternatif ; Petites machines frigorifiques ; Refroidisseurs, etc.

*Chauffage domestique.*

**Classe 15.** — Chauffe-lits ; Chaufferettes ; Allume-cigares ; Bouillottes ; Fers de tailleurs ; Fers à repasser ; Fers à friser ; Chauffe-plats ; Grils divers ; Cuisinières électriques ; Chauffe-assiettes ; Poêles électriques ; Radiateurs ; Chauffe-linges ; Poêles à omelettes ; Casseroles ; Poissonnières ; Marmites ; Rôtissoires ; Bains-marie avec théières ; Bains-marie pour cafés ; Chauffe-eau et chauffe-bains, etc.

*Applications diverses.*

**Classe 16.** — Allumeurs automatiques de cage d'escalier ; Gâches électriques ; Verrous électriques ; Serrures électriques ; Lampes électriques de poche ; Ouvre-portes électriques, etc.

*Petits groupes électriques.*

**Classe 17.** — Puissance maxima 10 kilowatts.

GROUPE V

ÉCLAIRAGE PUBLIC

*Lampes à arc.*

**Classe 18.** — Lampes pour courant continu de tous ampérages ; Lampes pour courant alternatif ; Lampes à flamme ; Lampes en V ; Lampes en vases clos et demi-clos ; Petites lampes à arc ; Lampes pour tirages héliographiques pour la clicherie et la photo-gravure ; Habillage des lampes, etc.

*Lampes à incandescence.*

**Classe 19.** — Lampes à filaments de carbone ; Lampes à filaments métalliques ; Lampes à vapeurs métalliques ; Lampes Nernst, etc.

*Projecteurs et Cinématographes.*

**Classe 20.** — Projecteurs de théâtre ; Lampes de cinématographe ; Appareils pour projecteurs fixes et animés ; Appareils de synchronisation, etc.

*Matériel et Appareillage pour Éclairage public.*

**Classe 21.** — Lampadaires ; Potences ; Contrepoids ; Rhéostats ; Interrupteurs pour commandes à distance d'éclairage électrique et à gaz ; Allumeurs ; Extincteurs automatiques pour becs de gaz, etc.

*Matériel et Appareillage pour Éclairage industriel.*

**Classe 22.** — Potences ; Treuils ; Supports ;

Rhéostats ; Bobines de self ; Interrupteurs ; Coupe-circuits ; Disjoncteurs ; Appareillage pour extérieur : Lampes portatives ; Serre-fils ; Lanternes à mains ; Lanternes étanches, etc.

*Matériel et Appareillage pour Éclairage privé.*

**Classe 23.** — Interrupteurs ; Coupe-circuits ; Commutateurs ; Douilles ; Supports ; Raccords ; Rosaces ; Contrepoids ; Abat-jour ; Réflecteurs ; Cristaux ; Tulipes ; Verreries diverses, etc.

*Matériel de théâtre. Matériel pour illuminations, Décorations et Publicités lumineuses.*

**Classe 24.** — Jeux d'orgue ; Herses ; Rampes ; Câbles souples ; Douilles spéciales d'illumination ; Lettres lumineuses ; Fleurs ; Feuillages ; Lettres électriques, etc.

*Charbons pour Lampes à arc.*

**Classe 25.** — Charbons ordinaires ; Charbons à âmes métalliques ; charbons minéralisés, etc. ; Machines à fabriquer les charbons électriques.

GROUPE VI

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE ET VENTILATION POUR USAGES INDUSTRIELS

*Chauffage industriel.*

**Classe 26.** — Étuves ; Séchoirs ; Fours de boulangers ; Chauffage des voitures ; Chauffage des tramways et des wagons ; Appareils à fers à souder ; Pots à colles ; Marques à bouchons ; Marques pour caisses, etc.

*Ventilation industrielle.*

**Classe 27.** — Ventilateurs à haute et basse pression ; Ventilateurs aspirateurs ; Déplaceurs d'air ; Compresseurs d'air, etc.

GROUPE VII

APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION

**Classe 28.** — Grues roulantes ; Grues fixes ; Ponts roulants ; Treuils ; Palans électriques.

**Classe 29.** — Cabestans ; Ponts tournants ; Transbordeurs.

**Classe 30.** — Transporteurs ; Élévateurs.

**Classe 31.** — Ascenseurs et Monte-charges.

GROUPE VIII

APPLICATIONS AUX MINES ET AUX CARRIÈRES

*Matériel de traction.*

**Classe 32.** — Locomotives de mines ; Bennes ; Berlines ; Transporteurs ; Locomotives industrielles ; Monorails, etc.

*Matériel d'extraction.*

**Classe 33.** — Machines d'extraction ; Treuils d'extraction ; Treuils d'enfoncement ; Monte-charges, etc., etc.

*Épuisement et Ventilation.*

**Classe 34.** — Pompes d'épuisement ; Pompes de fonçage ; Ventilateurs de mines ; Aspirants et Foulants ; Compresseurs d'air à commande électrique.

*Outillage électrique.*

**Classe 35.** — Moteurs spéciaux ; Perforatrices ; Haveuses ; Bossoyeuses ; Trieurs électriques ; Séparateurs magnétiques ; Culbuteurs de vagons ; Mélangeurs ; Défourneuses, etc.

*Appareillage et Canalisation pour mines.*

**Classe 36.** — Câbles ; Canalisations ; Lampes de mineurs et de galeries ; Isolateurs ; Petit appareillage ; Amorces électriques pour mines, etc.

GROUPE IX

APPLICATION A LA TRACTION

*Locomotives et Automotrices pour chemins de fer et tramways à voie normale et à voie étroite.*

**Classe 37.** — Véhicules complets ; Arroseuses ; Trucks ; Boggies ; Caisses, etc.

*Pièces détachées et accessoires de locomotives et automotrices.*

**Classe 38.** — Longerons emboutis ; Plaques de garde ; Boîtes à huile ; Essieux montés ; Roues ; Bandages ; Sabots de freins ; Sablières ; Chasse-corps ; Sièges ; Fermetures de plate-forme ; Suspensions de portes ; Abris ; Appareils avertisseurs ; Banderoles indicatrices, etc.

*Équipements électriques pour locomotives et automotrices.*

**Classe 39.** — Moteurs à courant continu, triphasé, monophasé ; Contrôleurs ; Rhéostats ; Disjoncteurs ; Plombs fusibles ; Appareils de prise de courant ; Appareils pour trains ; Contrôle ; Manches de câbles ; Appareils d'éclairage et de chauffage, etc.

*Freins.*

**Classe 40.** — Freins à main ; Freins électriques ; Freins électro-magnétiques ; Freins hydro-électriques ; Freins à air ; Freins à patins ; Freins de sûreté à griffes, etc.

*Lignes de prise de courant.*

**Classe 41.** — Lignes aériennes ; Poteaux ; Consoles, Rosaces ; Fils et câbles de suspension ; Fils de trolley ; Isolateurs et accessoires de lignes ; Lignes à caniveau ; Lignes à contacts superficiels ; Lignes à prise de courant par troisième rail ; Boîtes de distribution ; Interrupteurs de feeders ; Outillage spécial.

*Matériel de voie.*

**Classe 42.** — Rails ; Traverses ; Entretoises ; Coussinets ; Semelles ; Aiguillages ; Cœurs ; Croisements ; Traversées ; Eclissages et joints spéciaux ; Boîtes de drainage ; Connecteurs de rails ; Pavages et dallages spéciaux ; Appareils de commande d'aiguillages ; Outillages pour la voie.

*Appareils de protection pour chemins de fer et tramways.*

**Classe 43.** — Block-systèmes ordinaires et automatiques ; Signaux automatiques ; Protection des passages à niveau ; Signaux optiques et automatiques ; Téléphones spéciaux.

*Traction sur canaux et rivières.*

**Classe 44.** — Tracteurs ; Toueurs ; Propulseurs.

*Automobiles électriques et traction sur routes.*

**Classe 45.** — Accumobiles ; Automobiles à transmission électrique ; Traction à prise de courant aérienne ; Accessoires pour Automobiles, magnétos, bobines, allumeurs, indicateurs de vitesse, avertisseurs, etc.

GROUPE X

APPLICATIONS A L'AGRICULTURE

*Irrigation.*

**Classe 46.** — Pompes élévatoires ; Norias ; Pompes de chais ; Pompes transportables sur chariot, mises en marche automatiques commandées par niveaux d'eau.

*Matériel agricole électrique.*

**Classe 47.** — Charrues électriques ; Batteuses ; Presses à fourrages ; Pressoirs ; Transporteurs pour vendanges, etc.

*Applications diverses.*

**Classe 48.** — Applications aux forceries ; Cultures diverses, électrolyse, etc.

GROUPE XI

APPLICATIONS A L'ART MILITAIRE
AU GÉNIE MARITIME, AUX TRAVAUX PUBLICS
ET A LA MARINE MARCHANDE

*Applications à l'Art militaire.*

**Classe 49.** — Matériel électrique de défense des forts ; Projecteurs, etc.

*Applications au Génie maritime.*

Installations à bord des navires de guerre et dans les arsenaux ; Éclairage et force motrice, etc.

*Applications aux Travaux publics.*

Phares ; Balises, etc.

*Applications à la Marine marchande.*

**Classe 50.** — Bateaux électriques ; Grues ; Guindeaux ; Treuils ; Cabestans ; Transmetteurs d'ordres ; Servo-moteurs ; Pompes ; Ventilateurs ; Groupes électrogènes ; Moteurs auxiliaires ; Compas avertisseurs et enregistreurs de route ; Fermetures de cloisons étanches ; Éclairage à bord des navires, etc., etc.

GROUPE XII

ÉLECTRO-CHIMIE, ÉLECTRO-MÉTALLURGIE
ET INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT

*Bacs et Appareils d'Électrolyse.*

**Classe 51.** — Bacs ; Diaphragmes ; Cathodes ; Anodes, etc.

*Galvanoplastie et Électro-Gravure.*

**Classe 52.** — Cuivrage ; Laitonnage ; Dorure ; Argenture ; Électro-zingage ; Étamage ; Cuves pour bains galvanoplastiques : Électro-gravure, etc.

*Fabrications Électro-Chimiques diverses.*

**Classe 53.** — Blanchiment des tissus ; Traitement des jus sucrés, des alcools ; Eau oxygénée ; Tannage électrique ; Appareils pour la décomposition de l'eau ; Fabrication de l'hydrogène, de l'oxygène, du fluor, du chlore, du brome, des hypochlorites, des chlorates, des perchlorates, des alcalis caustiques, des phosphores rouge et jaune, des chromates, des permanganates, des engrais obtenus électriquement, des parfums, etc., etc.

*Fours électriques.*

**Classe 54.** — Fours de laboratoire ; Fours industriels ; Charbons spéciaux, etc.

**Classe 55.** — Soudure électrique.

*Industries Electro-Métallurgiques diverses.*

**Classe 56.** — Fabrication du carbure de calcium, du carborandum, de l'acier, de l'aluminium, du graphite, des oxydes métalliques, des sulfures; Affinage du cuivre; Production des ferro-manganèses, ferro-chromes, ferro-tungstènes, ferro-siliciums, etc., etc.

**Classe 57.** — Piles électriques.

GROUPE XIII

TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE, SONNERIES, HORLOGES ÉLECTRIQUES

*Télégraphie.*

**Classe 58.** — Réseau de l'État; Appareils transmetteurs; Appareils récepteurs; Relais et accessoires pour télégraphie terrestre et télégraphie sous-marine; Fils; Câbles; Isolateurs, etc., etc.

*Télégraphie sans fils.*

**Classe 59.** — Cohéreur; Transmetteur; Récepteurs; Antennes, etc.

*Téléphonie.*

**Classe 60.** — Réseaux de l'Etat; Appareils transmetteurs et récepteurs; Tableaux; Appareils accessoires; Fils; Câbles; Isolateurs, etc., etc.

*Téléphonie industrielle et privée.*

**Classe 61.** — Appareils transmetteurs et récepteurs; Tableaux; Appareils accessoires; Accoudoirs, etc., etc.

**Classe 62.** — Téléphonie spéciale pour lignes à haute tension.

**Classe 63.** — Téléphonie sans fil; téléphotographie.

*Sonneries et Horloges.*

**Classe 64.** — Sonneries industrielles et domestiques; Horloges mères et régulateurs; Horloges secondaires; Avertisseurs d'incendie; Contrôleurs de rondes; Transmetteurs à distance; Niveaux d'eau indicateurs et enregistreurs; Montres antimagnétiques.

**Classe 65.** — Phonographes, Graphophones à commande électrique.

GROUPE XIV

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

*Appareils de production de courant pour Galvanisation, Faradisation et Franklinisation.*

**Classe 66.** — Piles spéciales pour Galvanisation, Électrolyse, cataphorèse, Faradisation, Galvanocaustique; Machines statiques de Wimshurt, Tœpler, Holtz; Appareils d'induction; Bobines d'induction; Endoscopie; Accumulateurs spéciaux; Appareils de raccordement aux réseaux de distribution à courant continu et alternatif; Électromoteurs; Transformateurs, etc.

*Appareils de Radiographie et de Radioscopie.*

**Classe 67.** — Rayons Rœntgen; Ampoules; Porte-ampoules; Écrans fluorescents; Fluoroscope; Châssis; Tables de pose pour diaphragme; Installations radiologiques; Supports orthodiographiques; Appareils pour localisation de corps étrangers; Stéréoscopes et accessoires divers, etc.

*Instruments employés pour la Galvanisation, Faradisation et Franklinisation.*

**Classe 68.** — Tissus électriques pour bains; Bains à air chaud électrique; Instruments électrolytiques; Bains hydro-électriques; Électrodes; Portes électrodes; Accessoires de Franklinisation; Instruments pour Galvanocaustique; Appareils électriques à air chaud, etc.

*Appareils d'Arsonvalisation (haute fréquence).*

**Classe 69.** — Transformateurs; Résonateurs; grands solénoïdes; Électrodes; Excitateurs, etc.

*Instruments et Appareils chirurgicaux.*

**Classe 70.** — Lampes frontales à main, portatives; Lampes pour médecins spécialistes des affections des yeux, de la gorge, du nez, des oreilles, etc.; Accoumètres; Ophtalmomètres; Electroaimants pour retirer les paillettes métalliques des yeux, etc.; Arbres flexibles; Porte-outils; Forets; Trépans; Scies; Fraises; Appareils de massage; Appareils de mécanothérapie; Appareils de sédimentation; Instruments pour l'art dentaire.

*Matériel et Instruments de mesure et Appareillages spéciaux pour l'Électricité médicale.*

**Classe 71.** — Coupleurs; Collecteurs; Rhéostats; Régulateurs de tension; Galvanomètres; Voltmètres; Ampèremètres; Milliampèremètres; Combinateurs; Inverseurs; Commutateurs; Réducteurs de tension; Tableaux de distribution; Réflecteurs électriques pour salles d'opérations; Interrupteurs inverseurs; Interrupteurs électrolytiques à mercure, etc.

*Radiothérapie.*

**Classe 72.** — Lampes à arc et à incandescence pour bains de lumière; Réflecteurs, écrans, accessoires, etc., etc.

*Applications à l'Hygiène.*

**Classe 73.** — Ozone ; Stérilisation des eaux ; Désinfection des eaux d'égouts, etc.

GROUPE XV

APPAREILS DE MESURE ET DE CONTROLE

**Classe 74.** — Ondographes ; Oscillographes ; Rhéographes; Perméamètres ; Hystéréomètres; Électrodynamomètres ; Photomètres ; Potentiomètres ; Galvanomètres ; Balances ; Galvanomètres thermiques ; Électromètres ; Ampèremètres ; Voltmètres thermiques, électro-magnétiques et électrostatiques; Wattmètres électrostatiques et électrodynamiques ; Ohmmètres ; Boîtes de résistance électro-magnétiques ; Condensateurs ; Piles étalonnées, etc.

*Appareils industriels de mesure.*

**Classe 75.** — Voltmètres ; Ampèremètres ; Wattmètres ; Ohmmètres ; Caisses de contrôle ; Fréquencemètres ; Indicateurs de phases ; Appareils enregistreurs, etc.

*Compteurs électriques pour courant continu, alternatif et polyphasé.*

**Classe 76.** — Compteurs horaires ; Compteurs Coulombmètres ; Compteurs Joulemètres; Compteurs à double et multiples tarifications ; Compteurs à dépassement ; Transformateurs de tension et d'intensité ; Compteurs à prépaiement ; Compteurs pour charge et décharge d'accumulateurs.

**Classe 77.** — Laboratoires d'essais ; Bureaux et organisations de contrôle.

GROUPE XVI

MATIÈRES PREMIÈRES ET PRODUITS UTILISÉS PAR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

**Classe 78.** — Vernis isolants ; Rubans ; Fibres ; Stabilite ; Ambroïne ; Fibre vulcanisée ; Mica ; Micanite ; Amiante ; Papier d'amiante ; Carton comprimé ; Amiante durcie ; Pyrostat ; Cartons A.D.T. ; Ébonite ; Papiers isolants ; Caoutchouc gutta-percha ; Crochets vitrifiés, etc., etc.

**Classe 79.** — Marbre ; Ardoise ; Porcelaine ; Vitrite, etc.

**Classe 80.** — Huiles et graisses pour machines électriques ; Huiles isolantes pour transformateurs, etc., etc.

**Classe 81.** — Outils d'électriciens ; Gants et chaussures de protection ; Compteurs de tours, etc., etc.

**Classe 82.** — Vêtements pour ouvriers, etc., etc.

GROUPE XVII

ENSEIGNEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ

**Classe 83.** — Enseignement supérieur.

**Classe 84.** — Enseignement professionnel.

**Classe 85.** — Bibliothèque spéciale à l'Électricité ; Ouvrages périodiques.

**Classe 86.** — Jouets électriques.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de l'Amérique du Nord pendant la première quinzaine de novembre se sont élevés à 18 738 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 1 336 tonnes, ceux d'autres pays à 1 614 tonnes, les affrètements du Chili à 1 200 tonnes et ceux d'Australie à 2 000 tonnes. Les approvisionnements ont donc atteint 24 888 tonnes, tandis que les livraisons ont été de 21 831 tonnes ; il en résulte une augmentation des stocks de 3 057 tonnes depuis le 31 octobre et de 5 102 tonnes depuis le 15 octobre dernier. Les expéditions de cuivre standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique ont été nulles.

MM. Merton et C° publient à ce sujet la statistique comparative que voici :

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 | | | 31 octobre. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 15 nov. | 31 oct. | 15 oct. | 1906 | 1905 |
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots. . . . . . . T. | 617 | 580 | 648 | 575 | 1 863 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais. . . . . . . . | 325 | 550 | 1 050 | 3 835 | 3 075 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard. . . . . . . . . | 3 717 | 1 292 | 378 | 25 | » |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham. . . . . . . . . | 1 136 | 1 016 | 1 166 | 913 | 442 |
| T. | 5 795 | 3 438 | 3 242 | 5 348 | 5 380 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin). . . . . . . | 903 | 811 | 1 281 | 918 | 137 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin. . . . . . | 1 962 | 1 804 | 1 560 | 1 638 | 1 480 |
| T. | 8 660 | 6 053 | 6 083 | 7 904 | 6 997 |
| Avis du Chili. . . . . . . . . | 2 175 | 2 025 | 1 000 | 1 575 | 3 875 |
| Avis d'Australie.. . . . . . . | 4 950 | 4 650 | 3 600 | 3 500 | 4 900 |
| Totaux. . . . . T. | 15 785 | 12 728 | 10 683 | 12 979 | 15 772 |
| Prix du G.-M.-B. et du cuivre Standard par tonne. . . . £. | 58-5 | 67-0 | 59-10 | 97-15 | 71-5 |

*
* *

La production du cuivre en Russie, qui a pris de l'expansion sous la poussée des hauts cours sur le

marché international, accuse le chiffre de 652 939 pouds (poud = $16^{kgr},381$) pour les neuf premiers mois de cette année. Elle dépasse dès à présent la production de toute l'année précédente qui se chiffrait à 636 000 pouds. Pour les trois mois restant de l'année, la production de cuivre ne sera pas inférieure à 280 500 pouds. Ainsi l'année 1907 établira le record dans la production de cuivre, en Russie, avec un total d'environ 930 000 pouds.

Les pourparlers entrepris pour syndiquer les usines russes et réglementer leur production et la vente suivent leur cours. Le contrat d'entente est élaboré et soumis pour examen aux divers participants. Pour rendre l'entente définitive, il faut que les usines, assurant les 80 °/₀ de la production totale russe, dont les usines Bogoslofsk, de l'Oural, représentent à elles seules 30 °/₀, s'engagent à la vente en commun. Il y a lieu de prévoir que ce résultat sera obtenu.

Simultanément un groupe de fabricants de cuivre vient de constituer une société sous la firme Electrolyse pour l'installation d'usines électrolytiques.

Il est consommé en Russie environ 400 000 à 500 000 pouds de cuivre électrolytique par an, alors que la production en est excessivement limitée. Les organisateurs de la société précitée projettent d'établir d'abord une seule usine centrale, bien outillée, vraisemblablement à Moscou. Afin de ne pas payer les surplus des frais de transport pour le métal provenant des usines de l'Oural, du Caucase et de la Sibérie d'abord jusqu'à Moscou et puis de là jusqu'aux lieux de consommation, la société entre en instance pour obtenir que les tarifs de transport soient appliqués en une fois pour la distance totale directement depuis les lieux de production jusqu'aux lieux de consommation.

En attendant que cette entreprise entame ses opérations, une conférence se réunit au ministère du commerce et de l'industrie pour examiner une requête des usines à cuivre Demidoff, de l'Oural. Celle-ci tend à obtenir jusqu'au 1^er^ juillet 1909, pour les usines à cuivre russes, d'exporter une partie de leur production de cuivre ordinaire pour le raffinage électrolytique à l'étranger, avec faculté de réimporter en franchise de droits le métal ainsi affiné.

Une autre société, sous la dénomination de Mièd (cuivre), s'est fondée pour l'exportation directe du cuivre à l'étranger, la construction et l'exploitation d'usines pour la préparation du cuivre électrolytique et le commerce du cuivre en général. Son capital est de 500 000 roubles. Les fondateurs sont MM. les ingénieurs Zeidler, l'ancien directeur des usines de Kertch, Figner, Starinkevicht et von Kruze.

*
* *

*Aluminium.* — La société pour l'industrie d'aluminium à Neuhausen confirme que le prix de l'aluminium sera réduit à partir du 1^er^ janvier 1908 de deux marks le kilogramme. La société annonce en même temps que le syndicat d'aluminium est prorogé de cinq années.

---

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Tramways de Paris et du département de la Seine.* — Cette société est, dit-on, sur le point de conclure une entente avec les Tramways mécaniques des environs de Paris. Une partie du réseau de cette dernière compagnie serait cédée à l'autre moyennant 2 500 000 francs et le restant du réseau serait simplement affermé. Enfin, lors du renouvellement des concessions, un droit de préférence serait réservé aux actionnaires des Tramways mécaniques dans la souscription aux actions nouvelles des Tramways de Paris et du département de la Seine.

*Ateliers du Nord de la France.* — Les prévisions de dividendes que nous formulions le 21 septembre se réalisent ; le conseil d'administration proposera de distribuer 45 francs par action de capital (38 fr. 55 pour les nouvelles actions) et 119 fr. 78 par part de fondateur, dont la part proportionnelle s'est accrue depuis l'augmentation du capital. Le bénéfice a atteint 1 160 000 francs et les amortissements et réserves recevront 644 000 francs.

*Hauts fourneaux et laminoirs de la Sambre.* — Pour l'exercice clos le 31 août on prévoit un dividende de 80 francs, contre 60 francs l'an dernier.

*Anciens établissements Chenard et Walcker, à Gennevilliers (Seine).* — Dividende proposé pour 1906-1907 : 32 fr. 50 par action, dont 12 fr. 50 déjà payés.

*Ateliers et chantiers de la Loire.* — Les bénéfices nets de l'exercice clos au 30 juin dernier se sont élevés à 4 172 694 francs, contre 3 779 522 francs en 1905-1906. On sait que le dividende proposé est de 70 francs par action, contre 65 francs pour l'exercice précédent.

*Société pyrénéenne d'énergie électrique.* — Statuts établis par acte du 29 juin 1907. Durée : 99 ans.

Objet : exploitation et utilisation de toutes chutes et cours d'eau, etc., etc. Capital social : 6 500 000 francs, en 13 000 actions de 500 francs, dont 2 200 entièrement libérées ont été attribuées avec une somme de 1 200 000 francs en espèces à la Société des Forces motrices du Sud-Ouest, en représentation des apports. Les apports représentent principalement les droits d'usage et d'emploi des eaux sur une propriété de 6 552 hectares située dans la commune d'Orlu (Ariège). En échange de ses apports, la Société des Forces motrices du Sud-Ouest reçoit, outre les 2 200 actions libérées et 1 200 000 francs en espèces, 4 000 parts de fondateurs. Ces parts de fondateur ont droit à 25 % des bénéfices après prélèvement des réserves, des tantièmes et de la somme nécessaire au paiement d'un intérêt de 5 % aux actions.

Ont été nommés administrateurs : MM. Achille Adam, Charles Baudon de Mony, Xavier Baudon de Mony, René Bazin, comte Anatole de Bellissen, Jean Buffet, Maurice Girod de l'Ain, Gaston Lacretelle, Pierre Merveilleux du Vignaux, baron Amédée Reille, baron Xavier Reille, Joseph Vadon.

*Société d'exploitations électriques, gazières et hydrauliques.* — Cette Société a pour objet toutes entreprises et opérations se rattachant à l'éclairage, au chauffage et à la distribution d'eau et de force motrice par tous procédés.

La durée de la Société sera de 99 années. Le siège social est à Paris, 27, rue de Mogador. Le capital social est de 100 000 francs divisé en 1 000 actions de 100 francs chacune qui ont été toutes souscrites et libérées de moitié.

Ont été nommés administrateurs : MM. Gaston Barbet, Raymond Canat de Chizy, Louis Benet de Montcarville, André Monchicourt, René Pavie, Albert Piot, Jean Plocque.

*Ateliers Nicaise et Deleuve.* — Voici quelques chiffres intéressants produits à l'assemblée générale : le chiffre d'affaires a été pour l'exercice écoulé de 10 853 832 francs, contre 6 335 245 francs en 1905-1906 ; le carnet de commandes s'élève à plus de 18 millions ; l'exercice a rapporté, après les amortissements avant bilan sur outillage 1 018 019 francs, y compris les 5 007 francs de report ; la répartition en a été faite comme suit : amortissements, 428 491 francs ; patente, 21 589 francs ; créance douteuse, 11 288 francs ; dividende de 100 francs par action, 500 000 francs ; tantièmes, 42 664 francs ; à nouveau 13 987 francs ; les amortissements et réserves atteindront ainsi 2 760 000 francs en regard d'un capital de 2 500 000 francs ; en deux ans il a été consacré 1 075 000 francs à des travaux de transformation et d'agrandissements. Ce programme n'est pas épuisé.

*Forges, Usines et Fonderies de Haine-Saint-Pierre.* — Bilans au 30 juin des trois dernières années, amortissements déduits :

| ACTIF | | 1907 | 1906 | 1905 |
|---|---|---|---|---|
| Immobilisé | fr. | 988 152 | 986 122 | 958 600 |
| Réalisable : fabrication et approvisionnements | | 1 710 160 | 859 657 | 1 076 285 |
| — débiteurs | | 1 571 322 | 1 141 649 | 1 300 543 |
| Disponible : caisse et effets | | 175 718 | 36 118 | 50 806 |
| — portefeuille | | 70 765 | 66 257 | 51 754 |
| TOTAUX | fr. | 4 516 117 | 3 089 803 | 3 438 068 |
| **PASSIF** | | | | |
| Envers la société : capital | fr. | 1 500 000 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| — réserves | | 300 000 | 300 000 | 300 000 |
| Envers les tiers : créditeurs | | 2 470 195 | 1 070 253 | 1 423 723 |
| Bénéfices : dividende et report | | 245 922 | 219 550 | 214 345 |
| TOTAUX | fr. | 4 516 117 | 3 089 803 | 3 438 068 |
| Dividende par action | fr. | 85 | 70 | 70 |

*Société Espérance-Longdoz.* — Quoique l'aciérie et le troisième haut fourneau aient immobilisé une partie des fonds provenant de l'augmentation du capital, l'exercice clos le 30 septembre a laissé un bénéfice de 2 184 000 francs ; le conseil proposerait de verser 1 million aux amortissements, de distribuer 750 000 francs, soit 15 francs par action, et de reporter à nouveau 250 000 francs.

*Chemins de fer Nord-Milan.* — Nous avons annoncé la cession par la Société Générale de Belgique de 7 000 actions ordinaires Nord-Milan à la Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée. D'autres transformations importantes vont être réalisées en vue d'étendre le trafic de cette Société, qui relie actuellement Milan aux lacs italiens. C'est ainsi que le capital actions serait porté de 22 à 30 millions de lires par l'émission de 16 000 actions de 500 lires, pour l'établissement de la traction électrique, tout au moins sur une partie du réseau. D'autre part, des négociations sont pendantes avec les chemins de fer de la Méditerranée en vue de la fusion de ces deux entreprises.

*Société d'électricité du Tessin.* — Cette Société vient d'émettre 2 500 actions nouvelles de 100 lires, dont 1 500 réservées aux actionnaires actuels, une nouvelle pour trois anciennes.

*Société d'électrochimie Lonza, Bâle.* — L'assemblée générale a décidé la distribution d'un dividende de

6 % aux actions de priorité et de 5 % aux actions de capital. Le bénéfice brut atteint 1 366 947 francs (741 660 pour 1906). Amortissements 483 099 francs. Bénéfice brut 572 335 francs.

Les actions de priorité ont été échangées contre des actions de capital, de sorte que dès à présent il n'y aura plus qu'une sorte d'actions pour un montant total de 12 millions.

Il y a en outre une dette obligatoire de 3 millions.

*Berliner Elektrizitäts-Werke.* — Le bénéfice brut de l'exercice 1906-1907 s'est élevé à 14 131 798 marks, contre 12 300 257 marks en 1905-1906. Après déduction des frais généraux, impôts, intérêts, versement au fonds de renouvellements et amortissements, à concurrence de 3 518 241 marks, le bénéfice net ressort à 6 983 243 marks, en augmentation de 1 760 646 marks sur celui de l'exercice précédent. Les dividendes sont fixés comme suit : 4 1/2 % pour six mois sur 10 millions d'actions privilégiées nouvelles et 11 % sur un capital actions de 31 500 000 marks. Il avait été réparti l'année dernière 10 % sur 25 200 000 marks et 4 % sur 6 300 000 marks. La part bénéficiaire de la ville de Berlin atteint cette fois 2 515 832 marks, au lieu de 1 780 839 marks en 1906.

*Berliner Maschinenbau A.-G. vorm. Schwartzkopff.* — Après amortissement de 913 534 marks, le bénéfice net de l'exercice écoulé ressort à 1 854 407 marks contre 1 547 236 marks en 1905-1906. Le dividende est fixé à 14 % sur un capital de 12 millions de marks, au lieu de 13 % sur 10 800 000 marks l'année dernière. Le carnet de commandes comporte actuellement 31 millions de marks, contre 22 millions il y a un an.

*Société des Tramways de Tiflis.* — A la suite du dernier amendement au contrat de concession intervenu entre la société et la municipalité de Tiflis, le 22 décembre 1906-4 janvier 1907 il restait encore 14 kilomètres environ de lignes à construire.

Depuis cette date les travaux ont été poursuivis activement. La ligne Avlabar, d'une longueur de 1 500 mètres, a été complètement achevée et a été ouverte le 5-18 septembre à l'exploitation. La ligne de Sololaki, d'une longueur de 1 155 mètres, est en voie d'achèvement et pourra être ouverte avant le 31 décembre, délai fixé au cahier des charges. De la ligne Naftlough 1 000 mètres sont presque complètement construits et seront incessamment ouverts au trafic. Les 3 400 mètres formant l'ensemble de cette ligne doivent être prêts pour le 1er mai prochain.

Afin d'assurer le service régulier de ce nouveau réseau, 15 nouvelles voitures motrices ont été commandées et doivent être livrées à Tiflis au mois de mai prochain.

Ainsi se poursuit, dans les conditions prévues et dans les délais stipulés, la réalisation du programme de la Société des tramways de Tiflis.

*Compagnie des chemins de fer du Nord du Brésil.* — Voici sur cette société, dont le siège social est à Belem, capitale de l'État de Para, et qui est concessionnaire d'une ligne de chemin de fer de 180 kilomètres environ reliant la navigation du bas à celle du haut Tocantins, interceptée par des rapides, quelques renseignements que l'on nous communique :

Pour la construction de sa ligne, la compagnie (elle est également concessionnaire de la navigation des grandes rivières Tocantins et Araguay, ainsi que de leurs affluents, avec subventions et droits de péage) a créé des obligations de 500 francs 5 % dont le service de l'intérêt et de l'amortissement est assuré, pendant les trente premières années, par les garanties du gouvernement fédéral brésilien (décret de consolidation du 17 octobre 1900, n° 3812) et du gouvernement de l'État de Para (décret du 9 novembre 1903, n° 913). Ces obligations rapportent donc un intérêt annuel de 25 francs, payables semestriellement les 1er mai et 1er novembre, et elles sont remboursables au pair de 500 francs en 90 ans par voie de tirages au sort ou de rachats en Bourse, suivant que les cours cotés sont au-dessus ou au-dessous du pair. La Compagnie s'est interdit la conversion ou le remboursement anticipé de ses obligations avant 1910, sauf en cas de rachat de la ligne par le gouvernement fédéral.

*The Cairo Electric Railways and Heliopolis Oases Company.* — Cette société a terminé le 31 décembre 1906 son premier exercice social. Elle est au capital de 30 000 000 de francs en 120 000 actions de 250 francs ; il existe en outre 60 000 actions de dividende sans désignation de valeur.

La Société a pour principaux objets de mettre en valeur 25 kilomètres carrés d'une oasis située non loin du Caire, près des ruines de la vieille ville d'Héliopolis, et d'exploiter des concessions de chemins de fer électrique et de tramways reliant ces terrains à la ville du Caire.

La mise en valeur des terrains est commencée, par la construction d'une ville nouvelle appelée « Oasis d'Heliopolis ». Une usine électrique provisoire a été construite à Demerdache. L'usine définitive est en construction à Choubrah. Elle comprendra 3 groupes de turbo-alternateurs à haute tension capables de fournir ensemble 10 000 chevaux.

Les administrateurs sont MM. Baron-Empain, président, Boghos Pacha Nubar, Lord Armstrong, Yacoub, Artin Pacha, André Berthelot, L. Carton de Wiart, A. Curphey, F. Empain, Sir G. Fitzgeorge, J. Jacobs, Sir J. Rogers Pacha, G.-T. Symons.

*Compagnie Parisienne de l'air comprimé et d'électricité.* — On se propose de distribuer un dividende de 6,5 % pour l'exercice clos au 30 juin 1907 ; ce sera le premier dividende distribué par cette compagnie depuis sa fondation. Elle a été constituée il y a plusieurs années dans le but de distribuer l'électricité et l'air comprimé selon les procédés Popp, dans l'un des quartiers les plus favorables de Paris; mais ces prévisions ne se sont pas réalisées et l'air comprimé ne figure que pour une petite part dans les affaires de la compagnie. Plusieurs maisons allemandes ont participé à sa fondation, et en 1905 elle s'est libérée d'une créance de 5 000 000 francs envers une compagnie de Berlin. Elle a pu améliorer sa situation par le fait qu'elle a obtenu sa concession dans l'un des plus importants quartiers de Paris. Cette concession, ainsi du reste que celles des autres sociétés d'électricité, a été prolongée jusqu'en 1913, époque à laquelle une nouvelle société englobant toutes les compagnies actuelles, fournira l'électricité à Paris jusqu'en 1940, sous le contrôle du Conseil municipal.

*Union des Tramways.* — L'Union des Tramways, actionnaire et créancière des Tramways de Tiflis, subit au 31 décembre dernier, le contre-coup de l'état de sa filiale, de telle façon que ses bénéfices, au lieu d'être distribués comme ils le furent précédemment, ont été portés en amortissement de ses comptes momentanément dépréciés.

En 1904, l'Union des Tramways, distribua 4 francs de dividende et 5 francs en 1905. En 1906, nous venons de le dire, les bénéfices furent portés au compte des réserves, bien que les résultats d'exploitation ne fussent pas inférieurs à ceux des exercices précédents.

Cette Société, comme on le sait, est un trust d'entreprises de transport, aussi ses résultats annuels se ressentent-ils de la situation défavorable de l'une ou l'autre de ses participations.

L'affaire des Tramways de Tiflis qui a éte la cause de la baisse de l'Union, vient d'entrer dans une phase nouvelle. En effet, les capitaux qui lui étaient nécessaires vont lui être procurés, et l'exploitation normale de cette affaire, dont les recettes dépassent les prévisions les plus optimistes, va pouvoir recommencer.

*Compagnie générale d'amiante.* — Cette société a pris cours le 21 octobre dernier et est constituée pour trente ans, avec siège à Bruxelles. Elle a pour objet l'exploitation des gisements d'amiante situés à Saint-André de Cotone, au lieu dit Pietra Mala, ainsi que ceux de Valle d'Alezani (Corse). Le capital est d'un million de francs, représenté par 10 000 actions de 100 francs, dont 5 000 souscrites et libérées de 10 % et 5 000 remises en rémunération des apports.

La répartition des bénéfices se fera comme suit : 5 % à la réserve, 10 % aux administrateurs et commissaires, 10 % éventuellement à la direction et au personnel et le solde ou 75 % aux actions à titre de dividende, sauf décision contraire de l'assemblée générale des actionnaires.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 19 décembre, à l'établissement central du matériel de la télégraphie militaire, 51 *bis*, boulevard de Latour-Maubourg, à *Paris*, fourniture de 1 500 kilogrammes fil bimétallique mou de 6/10 de millimètre. Production avant le 10 décembre des pièces pour être admis à concourir.

Le 15 janvier 1908, mairie de *Lyon*, concours pour la construction d'une usine d'incinération d'immondices capable d'incinérer quotidiennement, toute l'année, 400 tonnes d'immondices avec utilisation de la chaleur obtenue pour la production de forme motrice sous la forme d'énergie électrique.

Les constructeurs devront adresser leurs projets et leurs propositions à l'Hôtel de Ville (bureau des travaux publics) au plus tard le 15 janvier 1908, et ils devront en outre faire parvenir à la même adresse, avant le 15 décembre 1907, les certificats et pièces authentiques justifiant qu'ils ont déjà construit des installations analogues ou qu'ils ont été admis à concourir à des adjudications de même nature.

### Espagne.

Le 18 décembre, à midi, à la direction générale des postes et télégraphes, Carretas, 10, à *Madrid*, adjudication de la construction et de l'exploitation du réseau téléphone interurbain du Nord-Ouest de l'Espagne ; cautionnement : 181 675 pesetas.

Le 3 janvier, à midi, à la direction générale des postes et télégraphes, Carretas, 10, à *Madrid*, adjudication de la construction d'un réseau téléphonique international avec la France et de l'exploitation du réseau du Nord-Est de l'Espagne ; cautionnement : 120 000 pesetas.

### Allemagne.

Le 1er janvier, à la direction des travaux hydrauliques, à *Dusseldorf*, fourniture de 2 machines à pomper et accessoires.

Prochainement, au chemin de fer de l'État, à *Husum* (Holstein), établissement d'installations électriques, 300 000 marks.

### République Argentine.

Prochainement, à l'administration du Central-Nord railway, à *Buenos-Aires*, fourniture de 8 chaudières pour locomotives. 100 000 pesos.

### Canada.

Le Conseil municipal de *Montréal* a décidé de provoquer des soumissions pour la fourniture du gaz et de l'électricité à cette ville.

Ces soumissions, qui devront être distinctes pour le gaz et pour l'électricité, devront être également accompagnées chacune d'un chèque de 50 000 dollars et parvenir à l'Hôtel de Ville de Montréal avant le 16 décembre.

### Chili.

Le 2 janvier, à la direction générale des chemins de fer de l'État chilien, à *Santiago*, fourniture de 15 locomotives pour trains rapides, 40 locomotives pour trains de marchandises et 5 locomotives pour voie étroite.

## NÉCROLOGIE

### Gustave Zeuner.

Le professeur Gustave Zeuner, auteur du célèbre ouvrage sur les distributions des machines à vapeur « Schiebersteuerungen » et de nombreuses études concernant les applications les plus importantes de la thermodynamique, vient de mourir à Dresde, à l'âge de 79 ans. Né à Chemnitz en 1828, il fut élève de l'Académie de Freiberg, et en 1855 il fut nommé professeur au Polytechnicum de Zurich, où il resta jusqu'en 1868, après en avoir été directeur de 1865 à 1868. En 1871, il retourna à l'Académie de Freiberg, dont il devint directeur. En 1875, il fut choisi comme directeur à Dresde pour réorganiser l'école technique supérieure de cette ville, et il y resta jusqu'à ces dix dernières années, après avoir été nommé recteur en 1890. En outre de son ouvrage cité plus haut (1858), il publia en 1859 son traité intitulé « Grundzüge der Mechanischen Wärmetheorie » et en 1900 la « Technische Thermodynamik ».

Il est de plus l'auteur d'un certain nombre de mémoires, notamment sur les distributions des locomotives.

En 1857 il fonda le *Civil Ingenieur* avec la collaboration de Weisbach et de Bornemann. L'on connaît l'épure célèbre qu'il a établie pour l'étude des distributions ; cette épure a été le point de départ d'une grande partie des constructions graphiques appliquées aux arts de l'ingénieur, et l'on peut même ajouter qu'elle se trouve reproduite à maintes reprises dans les diagrammes usités en électrotechnique. A ce titre, les ingénieurs électriciens ne doivent pas oublier le nom de Zeuner, l'un des savants qui ont exercé le plus d'influence sur la construction des machines pendant la seconde moitié du siècle passé.

CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 14 Décembre 1907. 14e Année. — N° 50.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



## QUELQUES OBSERVATIONS SUR L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

### FORMATION ET AVENIR DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS

Répondant au désir exprimé par M. Dalémont au cours de son intéressant article sur la formation et l'avenir des ingénieurs électriciens, et à son invitation personnelle, je me propose de faire au courant de la plume quelques remarques d'ordre général sur l'enseignement technique, et d'ordre particulier en ce qui concerne la formation des ingénieurs électriciens, tout en m'excusant de ne pouvoir, faute d'un temps de réflexion suffisant, donner à ces notes un caractère aussi mûri que je l'aurais désiré.

#### Enseignement technique en général.

*Nécessité de distinguer divers degrés de l'enseignement technique.* — Pour qu'une discussion sur l'enseignement technique puisse être féconde et précise, il convient avant tout de faire les distinctions nécessaires. Pas plus qu'il n'y a un seul enseignement littéraire ou un seul enseignement scientifique, il n'existe un seul enseignement technique. Il y a plusieurs degrés pour cet enseignement comme pour les autres, et on peut distinguer, par analogie, des degrés primaire, secondaire et supérieur [1].

L'enseignement technique primaire est celui que donnent à des ouvriers ou contremaîtres les écoles professionnelles (civiles ou militaires), les trop rares écoles d'apprentis, etc. ; l'enseignement secondaire, qui sert à former des ingénieurs dessinateurs, des chefs d'ateliers, monteurs, etc., est donné par des écoles industrielles, telles que les Écoles d'arts et métiers et certaines écoles libres correspondantes ; il s'adresse à des jeunes gens de 15 à

[1] Bien entendu, ce n'est qu'une classification approximative, car beaucoup d'établissements présentent des degrés intermédiaires ; mais elle est tout à fait désirable.

20 ans ; il est à la fois théorique et pratique et prépare à toutes les carrières proprement industrielles ; certaines écoles libres telles que l'École des travaux publics font des cours par correspondance. Enfin l'enseignement supérieur qui s'adresse à une catégorie de jeunes gens plus âgés, et ayant suivi un enseignement scientifique préalable plus élevé, est ou devrait être donné en France par les grandes Écoles du Gouvernement, et par certains Instituts universitaires dont je parlerai plus loin [1].

En Allemagne, ces trois espèces d'enseignement existent également, mais les ingénieurs étrangers connaissent beaucoup moins l'enseignement professionnel et l'enseignement secondaire (Mittelschulen) que l'enseignement supérieur par l'éclat qui s'attache aux Hochschulen ; celles-ci sont de véritables universités techniques, et je reviendrai plus loin sur ce caractère. Beaucoup d'universités américaines ne sont aussi à proprement parler que des universités techniques, tellement les écoles d'application l'emportent par le nombre des élèves et des professeurs sur les écoles scientifiques.

Quand on veut parler d'enseignement technique, il est donc nécessaire de bien spécifier tout d'abord duquel on veut parler et de se rendre compte du rôle et de l'utilité de chacun d'eux. Il me semble que la discussion ouverte par M. Dalémont porte seulement sur l'enseignement supérieur, auquel il se consacre lui-même avec succès ; c'est aussi le terrain qui m'est le plus familier ; je m'en occuperai donc de préférence, mais en faisant tout d'abord une réserve formelle.

*Proportion à garder entre les divers degrés d'enseignement.* — En France, on est trop porté à ne considérer que l'enseignement technique supérieur et à négliger les enseignements secondaire et primaire ; ce dernier en souffre énormément et l'industrie manque de jeunes ouvriers expérimentés faute d'Écoles d'apprentissage. De même dans ces dernières années, on a cherché à développer partout le nombre des ingénieurs d'enseignement élevé et théorique, sans se rendre suffisamment compte que ce qui importe avant tout à l'industrie, c'est d'avoir un excellent personnel secondaire, parfaitement rompu aux questions pratiques, bien plutôt qu'un grand nombre de théoriciens ; l'armée industrielle n'a pas besoin seulement d'officiers brillants, mais de bonnes troupes et de solides cadres de sous-officiers.

Nous avons, heureusement, un excellent recrutement pour les agents de la catégorie intermédiaire en France, grâce à nos Écoles des Arts et métiers, dont souvent on n'apprécie pas assez le rôle bienfaisant, et qui forment des ingénieurs secondaires supérieurs à ceux de la plupart des autres pays. Vouloir réduire la part offerte dans l'industrie aux jeunes gens qui en sortent, sélectionnés par le concours et munis d'un solide fond de connaissances pratiques et d'un bagage théorique suffisant pour les appliquer, au profit de jeunes gens beaucoup plus forts en mathématiques, mais manquant trop souvent de sens pratique comme on le dira plus loin, serait doublement une faute : les seconds peuvent rarement remplacer les premiers, tandis que ces derniers arrivent souvent par des compléments d'étude ultérieurs à remplacer les seconds, lorsqu'ils ont des dispositions naturelles suffisantes.

D'autre part, les secondaires peuvent plus facilement se contenter d'un sort modeste que les élèves des grandes écoles : un jeune homme qui sort d'une école technique secondaire sait à l'avance qu'il n'occupera pas les plus hautes situations industrielles, à moins de chances spéciales ou de qualités exceptionnelles ; il continuera dans l'industrie à exécuter des travaux du même genre que ceux qu'il a appris à l'école, c'est-à-dire des travaux de dessin,

---

[1] En Angleterre, la distinction est beaucoup moins nette, faute d'une organisation d'ensemble ; et l'on ne sait pas bien à quelle catégorie appartiennent certaines institutions qui font à la fois de l'enseignement technique secondaire et de l'enseignement supérieur ; de même aux États-Unis.

d'atelier, des calculs numériques, etc. servant directement à l'exécution des projets. Au contraire, le jeune homme qui a reçu une éducation technique supérieure, et surtout s'il a commencé par suivre un haut enseignement universitaire (c'est-à-dire dans une Université ou à l'École polytechnique) se considère toujours comme appelé aux plus hautes destinées, et s'il ne les atteint pas, restera mécontent de son sort, disposé à jalouser ses chefs auxquels il ne reconnaîtra pas de supériorité d'origine, et apte à leur porter ombrage. L'organisation hiérarchique nécessaire dans toute entreprise se trouvera donc à chaque instant compromise.

L'idéal de l'enseignement technique dans un pays serait donc de proportionner, d'une manière judicieuse, aux besoins de l'industrie en ingénieurs secondaires et en ingénieurs supérieurs, la production des ingénieurs par les différents établissements d'instruction.

Si l'on se place à ce point de vue, on doit se demander si actuellement en France, on ne devrait pas pousser surtout au développement de l'enseignement secondaire par l'augmentation du nombre des Écoles d'arts et métiers, et surtout par le perfectionnement de leur outillage et l'amélioration de leur corps enseignant. Ne serait-il pas désirable aussi qu'on améliorât l'éducation générale, morale et sociale, qu'on y donne (ou plutôt qu'on n'y donne guère) aux jeunes gens, car elle n'atteint pas un niveau aussi élevé jusqu'ici que l'instruction et cependant on ne peut espérer faire d'hommes complets ni d'ingénieurs consciencieux par l'instruction seule, sans une solide formation morale.

Le développement de l'enseignement professionnel est également d'une nécessité tout à fait urgente; on peut y travailler indirectement d'une façon très utile par les conférences professionnelles dans les casernes (œuvre excellente créée par M. Ray, professeur à l'Université de Lyon).

Quant à l'enseignement technique supérieur, il est évidemment très intéressant de le perfectionner, maintenant et toujours, mais le souci principal qu'on devrait avoir dans ce but devrait être, je crois, non pas d'augmenter à l'excès le nombre des établissements qui sont censés le donner (par exemple à Lille, il y a, outre deux écoles d'arts et métiers, trois Instituts industriels en concurrence), mais d'accroître plutôt les ressources en matériel, en frais d'essais, en nombre et traitement des professeurs, et, par suite, le nombre des élèves, des établissements déjà existants afin d'en perfectionner le fonctionnement et l'enseignement sans accroître les frais d'administration; sinon on court à des résultats malheureux par l'émiettement des efforts et l'insuffisance des laboratoires et du personnel enseignant. On augmenterait la quantité des ingénieurs au détriment de la qualité, tandis que le contraire est désirable.

*Dangers d'un encombrement des carrières techniques.* — A ne voir que l'apparence de l'enseignement technique allemand distribué, comme l'exposait encore récemment M. Pelletan, par 10 écoles techniques supérieures (Hochschulen), sans compter 3 Bergakademie et quelques Facultés techniques, à des milliers de jeunes gens chaque année, il semble que nous sommes très en retard en France au point de vue du nombre des écoles supérieures et des étudiants; et l'on est tenté d'attribuer cette différence à l'infériorité de notre développement industriel en comparaison de celui de l'industrie allemande. Mais à côté de ce côté brillant qu'on voit, il faut examiner « ce qu'on ne voit pas », c'est-à-dire les résultats auxquels donne lieu la « surproduction » des ingénieurs. De même que la surproduction industrielle avilit les prix des marchandises au point que la fabrication n'est plus rémunératrice, de même la surproduction des ingénieurs, ou soi-disant tels, crée entre eux une telle concurrence que la rémunération n'est plus suffisante pour leur constituer une carrière honorable, ni même quelquefois pour les faire vivre, et on arrive ainsi à créer un véritable prolétariat de techniciens, condamnés à une existence d'autant plus malheureuse

qu'ils ont eu pendant leurs années d'école des aspirations plus ambitieuses et des espoirs en apparence mieux fondés.

Cette situation est arrivée en Allemagne à un état si aigu il y a quelques années que les ingénieurs sans place ont dû former une Association pour la défense de leurs intérêts (Union des employés techniciens et industriels) ; ils ont publié une statistique navrante faisant ressortir à plusieurs milliers le nombre des techniciens instruits sortis des Hochschulen qui sont dépourvus d'une situation adéquate à leur mérite (¹). Déjà la même situation menace de se produire en France pour les chimistes et les électriciens, comme je le dirai plus loin, par suite de la création des Instituts universitaires et des Écoles libres.

C'est là un inconvénient fatal du grand développement d'établissements supérieurs à nombre d'élèves illimité et à programme facultatif comme on l'admet en Allemagne et dans les Universités en général ; l'ancien système français qui consistait dans la limitation des Écoles à un petit nombre, bien outillées et ne recevant des élèves qu'au concours et en nombre limité, évitait mieux ces inconvénients ; si on trouve que ce système était trop étroit, ce qui peut être vrai, ou simplement si on veut faciliter les progrès par l'émulation, on peut l'étendre en augmentant les ressources de chacune de ces écoles et au besoin le nombre des élèves, et en créant même, dans un but de décentralisation, un petit nombre d'autres institutions techniques supérieures en certaines régions de la France ; il y a là un juste milieu à chercher ; mais en tous cas il faut se garder de se lancer aveuglément sur les traces des Allemands, surtout en faussant leur méthode comme je le dirai plus loin. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que nous n'avons ni le même tempérament national, ni les mêmes richesses minières et métallurgiques, ni la même population, ni le même système de décentralisation, ni les mêmes ressources financières.

*Insuffisance de ressources pour l'enseignement supérieur.* — Il est en effet triste de constater, à ce dernier point de vue, que, tandis que l'Allemagne, avec une richesse nationale moindre, sait canaliser ses dépenses d'instruction publique de la manière la plus utile au développement de l'enseignement moyen et supérieur aussi bien technique que scientifique, le budget français, dominé constamment par les préoccupations électorales, réserve presque toutes ses ressources au gouffre de l'enseignement primaire ; les résultats de ce dernier (bien inférieurs à ce qu'ils sont en Suisse et dans les pays scandinaves, par exemple) sont loin de correspondre aux dépenses faites, si elles doivent l'être au détriment de l'enseignement supérieur en général et surtout de l'enseignement technique. Chaque année les grandes écoles techniques sont obligées de voir leurs dépenses réduites bien au-dessous de leurs besoins les plus pressants ; M. Pelletan a exposé éloquemment comme l'École des mines, par exemple, a été obligée (au prix du vote d'une loi spéciale) de se créer des ressources de fiscalité pour ne pas mourir d'inanition ; les Écoles des ponts et chaussées, du génie maritime, qui sont les meilleurs types de nos écoles techniques supérieures par la spécialisation, ne sont pas moins négligées ; à fortiori les Écoles libres, telles que l'École supérieure

(¹) Ainsi, les Hochschulen recevaient 5 432 étudiants en 1890-1891, 15 866 en 1904-1905 ; les cours de sciences naturelles des Facultés avaient 1 100 élèves en 1892, 3 015 en 1905 ; les écoles professionnelles de mécaniciens, en Prusse, 775 élèves en 1891, 3 011 en 1903, etc. Comme les statistiques indiquent seulement environ 50 000 techniciens de toutes catégories employés dans l'industrie allemande, on voit quelle place il peut rester à prendre aux derniers venus.

De sorte qu'en même temps que les salaires des ouvriers et des petits fonctionnaires sont à peu près améliorés, ceux des techniciens baissent ; leur considération en souffre autant que leur bien-être et les relations entre eux et les chefs d'industrie s'en ressentent. Ils sont moins dévoués à leur maison, plus désireux du changement. Comme conséquence on tend à leur imposer sur certains points de leurs contrats des conditions plus dures que celles des travailleurs ordinaires ; par exemple, on porte à cinq ans au lieu de trois le délai pendant lequel l'employé quittant spontanément l'usine ne doit pas entrer dans une usine similaire.

Un grand nombre d'hommes intelligents risquent ainsi d'être condamnés au déclassement ou à la misère.

d'électricité et les Instituts analogues, qui ne reçoivent de l'État que des ressources nulles ou insignifiantes relativement à leur importance.

On compte beaucoup sur la générosité des donateurs éventuels et l'on cite l'exemple des généreux fondateurs ou donateurs des Universités américaines (dont le plus généreux, Stanford, n'a pas laissé moins de 50 millions à l'Université qui porte son nom); mais ici encore il n'y a pas de comparaison à faire entre la France et un pays étranger; nous n'avons en France ni les grandes fortunes ni le respect scrupuleux des conditions testamentaires, ni le goût de la main morte qui fleurissent aux États-Unis, trois choses qui sont cependant *nécessaires* pour favoriser les dons volontaires. Aussi ne sont-ils et ne seront-ils jamais que l'exception, comme en Allemagne, et c'est surtout aux ressources des budgets de l'État, des Départements ou des Communes qu'il faut bien faire appel si l'on ne veut pas charger de frais d'études les étudiants. Cette dernière méthode aurait l'inconvénient de faire une sélection des ingénieurs par la fortune (comme cela commence à être le cas pour les médecins); ce serait bien pire que le recrutement par le concours, si souvent critiqué, que je préfère.

Or, comme le reconnaissent les Américains eux-mêmes dans certains États peu fortunés, et comme nous le savons trop en France par expérience, on ne peut faire de bons élèves sans des laboratoires bien outillés et un corps professoral nombreux et choisi, répondant aux besoins d'un enseignement complet. Ce serait donc jeter sa poudre aux moineaux que de multiplier des établissements d'instruction dénués des ressources adéquates, au lieu de concentrer les ressources sur ceux qui existent déjà pour les doter convenablement et les mettre simplement au niveau des plus modestes Hochschulen ou universités techniques.

On ne devrait fonder un nouvel institut technique que si l'on dispose d'au moins quelques millions de capital et d'une annuité de 100000 francs pour l'entretien.

Ce serait une faute également, à ce point de vue financier, de vouloir retirer, comme le souhaitent certains, l'enseignement technique aux ministères variés qui l'alimentent de ressources spéciales imputées sur divers chapitres du budget, pour le remettre aux mains de l'Université, dont le budget est déjà surchargé; elle a toujours « plus grands yeux que grand ventre » et espère faire beaucoup avec peu d'argent, mais le principe de la division du travail qu'on aime tant à invoquer de nos jours, doit trouver justement ici son application. D'autres considérations d'ailleurs réclament, comme on va le voir, la défense des écoles techniques contre les désirs d'accaparement.

*Science et technique.* — Ici je dois ouvrir une parenthèse.

La question de l'enseignement technique supérieur est quelquefois mal comprise en France, au moins dans certains milieux, par suite de la confusion qu'on fait entre cet enseignement et l'enseignement scientifique supérieur. Cela équivaut à une confusion entre la science et la technique. Il est, au contraire, bien nécessaire pour discuter un tel sujet de se pénétrer absolument de l'idée qu'elles sont distinctes et correspondent à deux ordres de raisonnements distincts, à deux sens différents de l'esprit humain. La science a pour but la recherche désintéressée de la vérité dans un ordre quelconque de connaissances; la technique, au contraire, a pour but la recherche des moyens pratiques, des procédés industriels, des moyens de construction, etc., qui permettent de réaliser un résultat matériel cherché, de la façon la plus sûre et la plus économique. Ces deux ordres d'idées étant absolument différents, les recherches scientifiques et les recherches techniques doivent être guidées aussi par des principes notablement différents.

La méthode scientifique est une méthode rigoureuse qui applique à des hypothèses bien définies des raisonnements théoriques. La méthode technique tout en cherchant à *se rapprocher* de la précédente comme d'un idéal, est forcée de se plier aux contingences; elle part d'hypo-

thèses souvent peu satisfaisantes et arbitraires (par exemple dans le calcul de la résistance du béton armé) et on déduit par des raisonnements souvent approximatifs et forcément imparfaits, des résultats manquant de rigueur et cependant utilisables par l'ingénieur pour l'exécution des travaux ou appareils qu'il doit construire.

C'est ainsi que, parallèlement à l'hydrodynamique et à l'élasticité, sciences pures qui ne donnent que peu ou pas de résultats pratiques, se sont développées par des méthodes toutes différentes deux sciences *techniques,* l'hydraulique et la résistance des matériaux, qui sont fondamentales pour l'ingénieur; elles ne sont pas *tributaires* des précédentes, mais cherchent seulement à s'appuyer sur elles quand cela est possible. On pourrait établir un parallélisme analogue entre l'électricité et l'électrotechnique, bien que l'appui qu'offre la première à la seconde soit plus direct et plus étendu que dans les exemples précédents.

Cette différence entre les buts que poursuivent l'ingénieur et l'homme de science pure et par suite entre les méthodes qui les dirigent, a été tout dernièrement affirmée d'une manière précise par le Pr Slaby(1), une des sommités du monde technique allemand, précisément à propos d'une des questions dans laquelle la science peut sembler jouer le rôle le plus grand, la télégraphie sans fil. Dans une discussion avec le Pr Wien, physicien pur, il faisait voir la différence des résultats obtenus par lui-même et par M. Wien dans la réalisation de la syntonie; les recherches remarquables du savant physicien n'avaient conduit à aucun résultat pratique utilisable; celles du technicien, préoccupé du but pratique à atteindre, avaient conduit à la réalisation d'un système complet d'appareils donnant les meilleures conditions de transmission.

Un autre exemple qu'on peut citer encore en électricité est celui de la lampe Nernst; l'expérience de laboratoire au moyen de laquelle le Pr Nernst avait établi la possibilité de porter à l'incandescence un filament d'un corps électrolytique en le rendant conducteur par chauffage préalable, paraissait résoudre la question; cependant, il a fallu à la Société qui avait acheté son procédé le travail persistant de nombreux techniciens pendant deux années et une dépense de près d'un million en frais de recherches techniques pour tirer de cette expérience un procédé pratique de fabrication et créer une lampe vendable. Il en est presque toujours de même, c'est-à-dire qu'il y a une somme énorme de travail intellectuel autant que de travail matériel à dépenser pour tirer parti d'une idée théorique, même lorsque celle-ci paraît complète en elle-même, un produit ou un procédé pratique; ce travail est celui que doit accomplir le technicien qui ne pourra évidemment l'exécuter si sa formation est la même que celle du savant, car elle ne conduirait qu'à l'idée créatrice initiale, et non à la réalisation.

Pour cette dernière il faut une collaboration de techniciens supérieurs avec des techniciens secondaires, et souvent même (surtout dans les industries mécaniques, le génie civil, etc.), ce sont ces derniers qui font le principal effort.

Tandis qu'une recherche scientifique brillante exige souvent un seul homme de science doué d'imagination créatrice et une série d'opérations ou de calculs très limitée, l'exécution d'un grand pont métallique ou d'une usine électrique exige une vraie troupe de calculateurs et dessinateurs c'est-à-dire de praticiens, et des mois de labeur; ceux qui dirigent cette troupe doivent avoir des qualités de jugement, de caractère, d'énergie fort différentes de celles d'un savant; de même ceux qui dirigent les grandes industries du tissage, de la filature, du sucre, des mines, etc...

C'est ce qu'oublient souvent des savants éminents quand, étrangers aux grandes entre-

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift,* 18 octobre 1906, page 976.

prises, et frappés seulement du côté scientifique de *certaines* applications, ils parlent du rôle que la science devrait jouer dans l'industrie et se plaignent que les ingénieurs ne soient pas des scientifiques ; il en résulte souvent que par réaction les industriels se plaignent que leurs ingénieurs qui ont eu une éducation surtout scientifique sont des théoriciens manquant de science pratique. Il y a là un malentendu fondamental, qui existe encore actuellement dans d'autres pays, par exemple en Angleterre, mais qui s'est dissipé peu à peu ailleurs, surtout en Allemagne ; c'est à une meilleure compréhension du rôle de la technique et de sa valeur propre, et au caractère des ingénieurs allemands qu'on doit, je crois, la supériorité industrielle de l'Allemagne, bien plutôt qu'au développement des recherches scientifiques pures, comme on l'a dit souvent. C'est qu'en Allemagne, des hommes éminents tels que le Pr Riedler, recteur de l'École Technique supérieure de Charlottenbourg, ont su appeler déjà depuis plusieurs années, l'attention du grand public sur les idées générales de la technique et la présenter, ainsi qu'elle doit l'être, comme une branche distincte et autonome des connaissances humaines, comme un véritable art créateur et non comme une simple adaptation de la science pure.

C'est, du reste, pour cela qu'en France on dit « l'art de l'Ingénieur » et non pas « la science de l'Ingénieur », « les arts industriels » et non pas « les sciences industrielles », « l'art de bâtir » et non « la science de bâtir ».

*Qualités psychologiques nécessaires à un ingénieur.* — Il faut d'ailleurs au technicien qui fait œuvre d'industriel, de constructeur mécanicien ou de constructeur civil, d'ingénieur militaire ou d'ingénieur agronome, etc., autre chose que la connaissance des principes mathématiques ou physiques sur lesquels on s'appuie. Il lui faut même plus que l'instinct créateur, il lui faut la volonté d'y donner suite, la persévérance pour arriver jusqu'à la réalisation et enfin ce jugement, ce flair que ne donne pas la seule expérience, mais qui suppose une prédisposition naturelle, pour qu'il réalise de la façon la plus adéquate le but poursuivi. Il faut aussi une certaine esthétique aussi bien dans une machine que dans la bâtisse, ce qui exige un certain don naturel, en même temps que le goût et l'habitude du dessin; tout cela les études scientifiques ne le donnent pas, on devient licencié ès sciences, on doit naître ingénieur.

Comme l'a dit peut-être trop emphatiquement dans son langage philosophique germanique M. Riedler : « Il ne s'agit pas dans l'éducation d'un ingénieur de savoir, mais bien de pouvoir, non seulement d'avoir la compréhension, mais aussi la véritable domination (sur la matière et sur soi-même), il s'agit d'employer dans ce but tous ses sens, d'apprendre à voir et à observer; de pouvoir lire non seulement dans le livre imprimé, mais aussi dans le grand livre de la Nature; d'apprendre à juger non seulement d'après le sens littéral, mais aussi d'après les faits ».

La technique se distingue, je crois, de la science précisément en ce qu'elle apprend à tenir compte des faits, des contingences, des propriétés empiriques des matériaux aussi bien que des difficultés pratiques de la vie; tandis que la science n'introduit dans la solution de ses problèmes que des hypothèses claires, nettes, bien définies, la technique doit faire intervenir une foule de considérations d'ordre pratique telles que les prix de revient, la matière, la résistance des matériaux, les causes d'erreur qui peuvent se produire dans l'exécution, les chances de malfaçon ou de mauvaise qualité des matériaux; le taux des salaires, etc., toutes choses extrêmement complexes qui ne se mettent pas en équation et qui demandent plus de *jugement* et plus de *bon sens* que de science; je dirai plus loin qu'il faut en conclure au point de vue de la classification des études avant et pendant la formation de l'Ingénieur.

Enfin, comme l'a si bien dit M. Le Châtelier dans une belle conférence qu'il a faite l'an

dernier à l'Université de Liège, « dans le métier de l'Ingénieur *le caractère prime la science* ».

« Une longue expérience, » dit-il, « non seulement de l'enseignement, mais un peu aussi de la vie industrielle, m'a appris combien toutes les connaissances acquises, tout le développement intellectuel sont de peu de poids dans la carrière de l'Ingénieur en regard des qualités d'ordre moral, du caractère. »

« Aucune science ne peut suppléer l'activité, l'imagination, le besoin de produire; sans ces qualités, les connaissances les plus étendues restent enfouies dans l'esprit dépourvu de toute puissance créatrice; sans la volonté et la persévérance, les tentatives les plus judicieuses courent à un échec assuré. »

Et plus loin, le même Maître se défend de vouloir considérer la science comme une panacée universelle. « Son rôle est certainement très important, mais il n'est que de second ordre. Des hommes dépourvus de toute instruction scientifique, comme Bessemer, ont révolutionné l'industrie; par contre des savants éminents, en voulant faire de l'industrie, ont piteusement échoué. Le rôle de la science en industrie est exactement l'équivalent de celui de l'huile dans les machines... La supériorité du savant sur le praticien est de pouvoir arriver au même résultat avec une moindre somme d'effort ou à de plus grands résultats avec le même effort. »

Je ne saurais mieux dire ce que je pense moi-même, d'accord en cela, je crois, avec la plupart de ceux qui ont eu à mesurer la disproportion entre leurs connaissances acquises et les résultats qu'ils en ont tirés.

Un grand souci de la formation « du caractère » des ingénieurs existe en Angleterre, et les qualités propres de la race anglo-saxonne favorisent éminemment cette formation; comme le disait encore récemment un intéressant éditorial de l' « Engineering » les répétitions d'exercices d'application, d'exemples numériques, souvent fastidieux en eux-mêmes pour l'élève, ont pour résultat de lui apprendre la patience et la persévérance, de lui donner un avant-goût de ce qu'il aura à faire dans sa carrière ; il n'est pas mauvais qu'il sache dès l'école qu'il n'aura pas à faire tous les jours du nouveau. J'ai connu parmi mes anciens assistants un ingénieur électricien qui se plaignait périodiquement que la Société dans laquelle il était employé lui fît faire toujours la même chose et ne cherchât pas à développer son instruction dans toutes les branches de l'électrotechnique ; il ne se rendait pas compte que son rôle social était de fournir à ses employeurs le travail dont ils avaient besoin, et non pas de développer ses connaissances à leurs frais. Ses idées étaient malheureusement celles de beaucoup de jeunes gens que leur trop hâtif passage par les écoles a habitués à attendre de leur métier un intérêt constamment renouvelé.

Dans certaines écoles allemandes, qu'a citées au Congrès d'exportation économique de Mons, 1905, M. Dalémont, on fait répéter pratiquement par les élèves un même problème dont on modifie seulement les données, et l'auteur ajoute : « Je crois pour ma part que cette méthode est absolument adaptée aux besoins de nos esprits. » On peut même préciser en disant « aux besoins de nos caractères » ; car l'esprit d'un homme intelligent saisit souvent du premier coup toute la solution d'un problème, mais son caractère a besoin d'être plié à en faire plusieurs fois l'application ; l'esprit y trouve aussi sa part en ce qu'il voit plus en détail l'influence que peut entraîner la variation de chaque donnée et l'inconvénient pratique que peut présenter une erreur de calcul, si on ne la vérifie pas à temps.

C'est d'ailleurs au patient et laborieux caractère des chimistes allemands des laboratoires d'usines chimiques au moins autant qu'à leur science, souvent étroite, qu'il faut attribuer le magnifique essor de l'industrie chimique allemande. Même si les Universités françaises avaient formé des chimistes entre 1860 et 1880, comme en formaient alors les universités

allemandes, ils n'auraient point eu le même succès par suite de notre plus grande mobilité d'esprit, de notre peu de goût pour les tâches modestes et monotones et de la négligence que nous apportons trop souvent aux besognes trop longtemps répétées.

De même les Anglo-Saxons ont naturellement des instincts pratiques, des goûts positifs, un bon sens foncier, qui manquent souvent chez les jeunes Français.

La formation d'une élite technique en France exige donc des conditions d'entraînement spécial du jugement, du caractère, qui ne sont pas aussi nécessaires chez les Allemands et les Anglo Saxons, tandis que nos jeunes gens sont au contraire mieux doués, en moyenne, que ces derniers pour les études théoriques, la pénétration d'analyse et la rigueur logique qu'elles mettent en valeur.

*(A suivre.)* A. BLONDEL.

# LABORATOIRE A HAUTE TENSION DE LA FABRIQUE DE PORCELAINE D'HERMSDORF (SAXE)

Les tensions toujours croissantes adoptées dans les gigantesques transports de force exécutés ou projetés à l'heure actuelle, nécessitent des isolateurs spécialement construits répondant aux exigences électriques et mécaniques les plus sévères : sans cette précaution il peut y avoir danger pour l'installation toute entière. Aussi est-il absolument nécessaire de soumettre tous les isolateurs à haute tension avant leur sortie de l'usine à de très sérieux essais afin de pouvoir donner toutes les garanties d'un bon fonctionnement en service.

Pour essayer les isolateurs avant leur sortie, la plupart des usines de porcelaine ont établi de grands laboratoires pour haute tension. Tel est par exemple celui de la fabrique de porcelaine à Hermsdorf-Klosterlausnitz, Saxe-Altenbourg (Allemagne). Ce laboratoire est sans doute l'un des plus importants. Installé en 1901, il a été agrandi considérablement, au fur et à mesure que les exigences de la pratique augmentaient.

On y trouve :

1° Les dispositifs nécessaires pour soumettre chaque partie de l'isolateur avant son montage, ou l'isolateur complet suivant le cas, à un essai de résistance d'isolement ;

2° Les dispositifs nécessaires pour déterminer sous quelle tension l'arc s'amorce entre le bord de la cloche extérieure et la tige, et pour fixer la tension de service de l'isolateur ;

3° Des appareils pour soumettre les isolateurs à des efforts mécaniques et notamment pour les essayer, munis de leur tige, à la traction ;

4° Des appareils et instruments de mesure nécessaires pour les essais.

Le laboratoire dont nous venons de parler est divisé en deux parties distinctes : la partie électrotechnique et la partie chimique. Cette dernière est aménagée pour le contrôle et l'examen de la pâte employée, et les essais de tous les jours sont consignés dans un procès-verbal. D'autres essais servent à la rectification et au perfectionnement du glaçage, etc.

Le laboratoire électrotechnique est pourvu des instruments de précision, tels que fréquence mètres, galvanomètres avec 5 éléments de pile thermo-électrique système Le Chatelier, oscillographe, etc. On y trouve aussi tout le nécessaire pour des essais de photographie et de microphotographie.

La station à haute tension est remarquable par son aménagement simple et la disposition systématique des appareils. Il y a six salles de vérification dont l'une est réservée spécialement à des épreuves à l'huile. Cet essai est employé pour éviter les décharges entre la partie

intérieure de l'isolateur et la partie extérieure, ou la formation d'étincelles lorsqu'il s'agit d'essayer de petites pièces isolantes.

En six ans il a été essayé dans ce laboratoire 2 500 000 isolateurs, soit en moyenne 3 000 par jour au lieu de 540, chiffre obtenu au début de l'installation.

De tous les essais électriques, l'essai de résistance d'isolement est le plus important ; il se fait comme suit :

Les isolateurs sont renversés et engagés jusqu'à la rainure dans des planches perforées immergées dans un bac d'eau communiquant avec l'un des pôles.

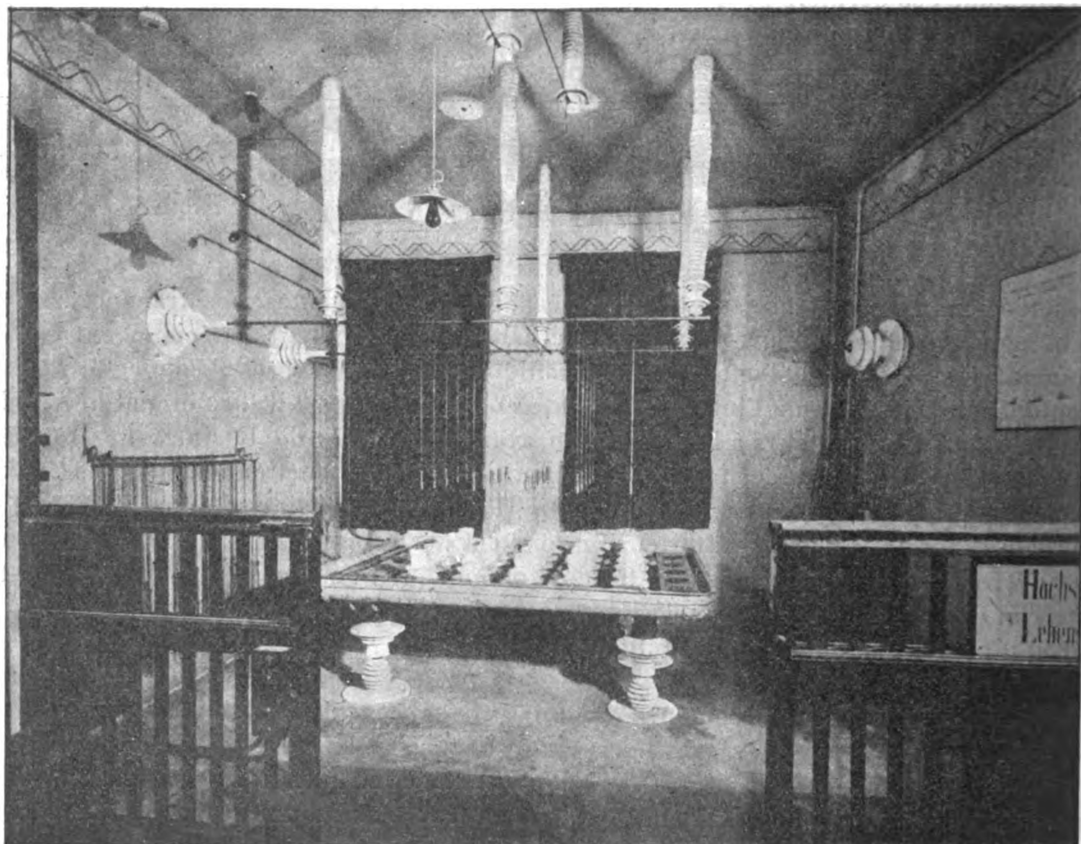


Fig. 1. — Bac pour l'essai des isolateurs.

Le bac, qui est représenté sur la figure 1, est isolé de la terre. L'intérieur des isolateurs ou les trous filetés, s'il s'agit des isolateurs en 3 ou 4 parties, sont remplis d'eau et reliés à l'autre pôle par des chaînes en laiton.

Les chaînes établissent la communication avec l'étrier de suspension disposé au-dessus du bac ; toutes les chaînes sont mobiles afin que le bac puisse recevoir une grande quantité d'isolateurs, quel que soit le modèle essayé.

L'étrier lui-même est isolé de la terre par six isolateurs composés de plusieurs isolateurs accordéon à six gorges, fixés ensemble par des boulons de fer. Cette disposition a toujours donné d'excellents résultats.

Les isolateurs accordéon sont essayés à peu près de la même façon, la seule différence est que les isolateurs sont montés sur des boulons au lieu d'être engagés dans les planches perforées.

L'essai des poignées en porcelaine, des isolateurs d'entrée, etc., nécessite des électrodes spéciales ; cet essai doit toujours être fait dans l'huile.

Tous les essais se font à une fréquence de 50 périodes ; le courant alternatif est transformé à la tension désirée par 4 transformateurs, dont trois ont une puissance de 10 kilowatts pour une tension de 50 000 à 100 000 volts. S'il est nécessaire d'obtenir une tension de 100 000 ou 150 000 volts, il suffit de les coupler en série.

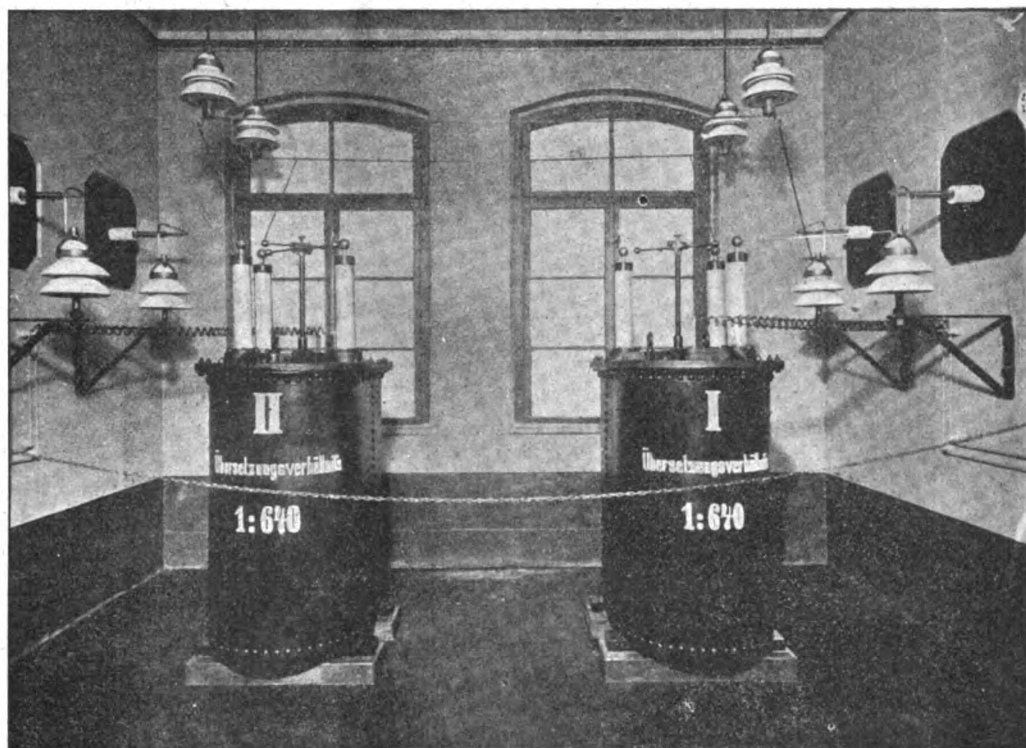



Fig. 2. — Salle des transformateurs.

Le quatrième transformateur a une capacité de 50 kilowatts, et sa tension maxima est de 200 000 volts. Son rapport de transformation peut être modifié dans la proportion de 1 : 2 en connectant ses bobines en parallèle ou en série. Aux trois premiers transformateurs et au quatrième sont affectées des salles spéciales (fig. 2 et 3).

Les salles d'essais sont mises en communication avec les salles des transformateurs par des tubes spécialement construits en tenant compte de la valeur de la tension et du degré d'humidité atmosphérique. Ces tubes de passage peuvent résister à une tension supérieure à 200 000 volts. A cet effet, les tubes sont constitués par plusieurs petits isolateurs concentriques supportés par deux disques en porcelaine de dimensions assez grandes et fixées de chaque côté du mur (fig. 1). Deux écrans pourvus de cannelures ou de manteaux et soigneusement calfeutrés empêchent les décharges entre les isolateurs et le mur.

Ces isolateurs s'emploient avantageusement non seulement entre les salles différentes et pour des locaux humides, mais encore pour des conducteurs à haute tension traversant un mur pour sortir à l'extérieur d'un bâtiment.

Le rapport de transformation des transformateurs est de 1 : 640 à 1 280 pour les trois plus petits, et de 1 : 2560 pour le plus grand transformateur.

Pour l'alimentation des transformateurs on dispose de deux dynamos dont l'une est munie de deux bagues, l'autre de 6 bagues. De ce fait on obtient à volonté du courant continu, monophasé, biphasé ou triphasé.

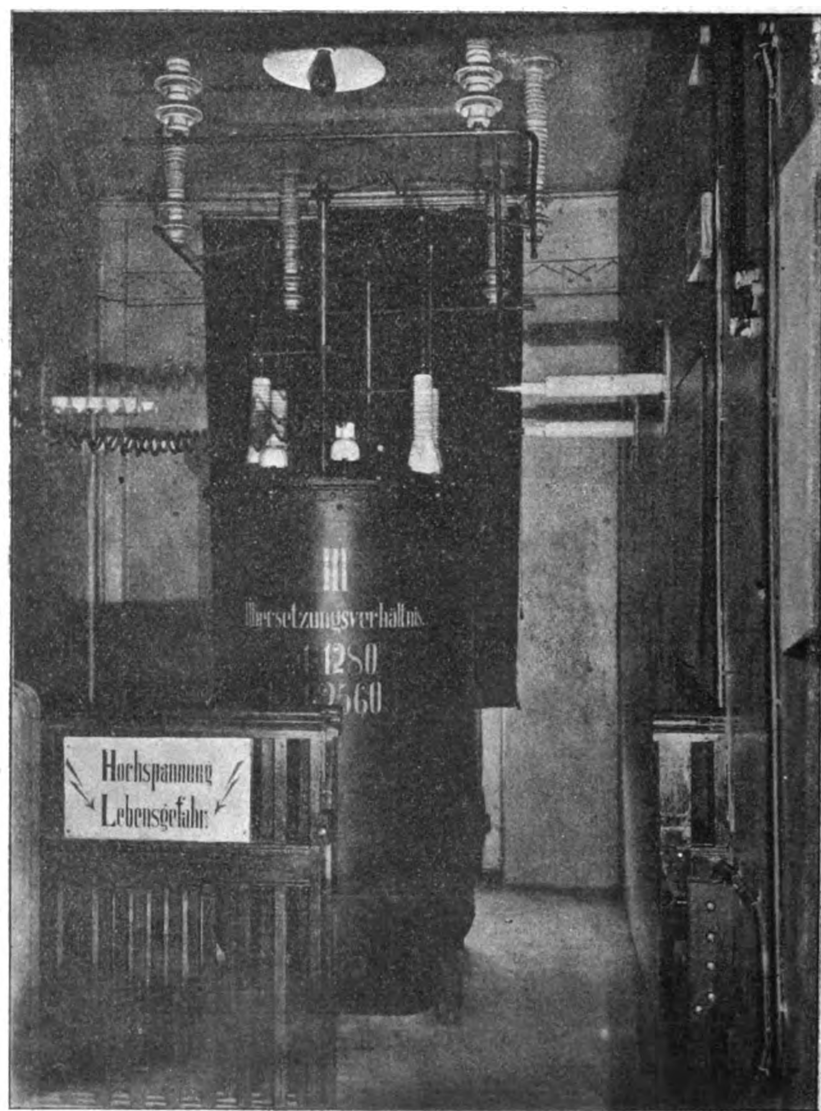



Fig. 3. — Salle des transformateurs.

Ordinairement les deux machines sont mises en mouvement par la transmission, cependant elles peuvent être alimentées par le courant continu d'un réseau, ou bien encore l'une des machines peut alimenter l'autre, en fonctionnant comme générateur continu ; dans ce dernier cas, la fréquence de l'alternateur peut être réglée dans de larges limites.

La permutation des machines est faite par un tableau de distribution situé dans la salle des machines ; de là plusieurs câbles aériens conduisent à une autre partie de la fabrique où se trouvent les salles d'essai ; parmi ces câbles quatre sont destinés à l'excitation des génératrices.

*(A suivre.)*

W. Weicker.

# SUR LE TRANSFORMATEUR A RÉSONANCE (*Suite*) (1).

## IV. — ÉTUDE DU TRANSFORMATEUR A FUITES.

### A. — *Considérations générales.*

L'étude de la résonance obtenue au moyen de transformateurs spéciaux est fort délicate, par suite du grand nombre de variables dont on dispose. Il est bien évident à priori qu'un transformateur à fuites notables doit permettre de réaliser la résonance sans qu'il soit nécessaire d'intercaler des bobines de self-induction auxiliaires.

L'on entrevoit également qu'un tel procédé aura l'avantage de diminuer le poids des appareils et de supprimer les pertes dans les bobines de self-induction auxiliaires. Par contre, l'on renonce ainsi à la faculté de parfaire le réglage en modifiant légèrement la valeur de ces inductances additionnelles, et à celle de pouvoir fonctionner en conservant la résonance avec des capacités variables. Ce dernier cas se présente d'ailleurs assez souvent en pratique, notamment par suite de l'immobilisation d'une partie de la batterie de condensateurs, provoquée par exemple par la rupture d'un isolant.

Quoi qu'il en soit, nous pensons que la manière la plus simple d'aborder l'étude des transformateurs spéciaux peut être présentée comme suit :

Reprenons les équations générales (5') et (9'), et à l'aide de ces deux équations, cherchons à établir une relation entre $E_1I_1$ puissance apparente fournie par la source et $A = C\omega U_2^2$ puissance apparente exigée par les données de l'installation. En multipliant membre à membre les deux égalités, l'on obtient immédiatement :

$$E_1I_1 = \frac{A}{M^2\omega^2C} \times \sqrt{R_2^2C^2\omega^2 + (L_2C\omega^2 - 1)^2} \times \sqrt{[(L_1L_2 - M^2)\,\omega^2C - L_1 - CR_1R_2]^2 + \left[C(R_2L_1 + L_2R_1)\,\omega - \frac{R_1}{\omega}\right]^2}. \quad (25)$$

Pour réduire la puissance apparente fournie par la source, l'on doit évidemment chercher, toutes choses égales d'ailleurs, à rendre aussi faible que possible les deux facteurs du second membre qui se présentent sous la forme d'une racine carrée de la somme de deux carrés. Sous les deux radicaux, l'un des carrés est fonction des résistances ohmiques, tandis que l'autre en est indépendant (pour le deuxième radical cela n'est vrai strictement qu'en négligeant le terme de second ordre $CR_1R_2$).

D'une manière générale, le premier carré est par essence beaucoup moins important que le premier, et l'on peut le négliger tout d'abord dans une première approximation. La formule (24) devient alors ($R_1 = R_2 = 0$) :

$$E_1I_1 = \frac{A}{(1 - \sigma)\,L_2C\omega^2}(L_2C\omega^2 - 1)(\sigma L_2C\omega^2 - 1), \quad (25')$$

en posant suivant l'habitude :

$$1 - \sigma = \frac{M^2}{L_1L_2},$$

et en effectuant quelques réductions.

(1) Voir l'*Eclairage Electrique*, tome LIII, 26 octobre, 2, 16, 30 novembre 1907, pages 115, 145, 217 et 289.

Dans le cas idéal où nous nous plaçons, l'on voit donc que la puissance apparente fournie par la source peut devenir nulle dans les deux cas suivants:

$$\sigma L_2 C \omega^2 = 1. \tag{26}$$

$$L_2 C \omega^2 = 1. \tag{27}$$

En réalité, à cause des résistances ohmiques, la puissance $E_1 I_1$ ne peut s'annuler complètement, mais il est certain que les minima réels sont atteints lorsque les carrés indépendants des résistances [formule (25)] sont du même ordre de grandeur que les termes fonctions de ces résistances, c'est-à-dire peuvent être regardés comme très approximativement nuls pour de bons appareils. C'est justement ce qu'expriment les équations (26) et (27).

Il importe dès à présent, avant de continuer les calculs, de faire la remarque importante suivante au sujet des quantités que l'on peut prendre comme variables.

Si l'on considère l'équation (25), l'on voit immédiatement que le nombre des variables dont on dispose est considérable à priori; si l'on écarte les quantités C et $\omega$ supposées fixées à l'avance, l'on dispose en effet des valeurs de $L_1$, $L_2$, M, $R_1$, $R_2$. Mais toutes ces variables ne sont pas indépendantes; d'une part, en effet, le coefficient d'induction mutuelle M est lié aux coefficients $L_1$ et $L_2$ par la relation :

$$M = \sqrt{(1-\sigma) L_1 L_2};$$

pour un type de transformateur donné, le coefficient $\sigma$ peut d'ailleurs être considéré comme approximativement connu à l'avance, par des essais antérieurs par exemple.

D'autre part, les rapports:

$$\frac{R_2}{L_2} = \xi_2 \quad \text{et} \quad \frac{R_1}{L_2} = \xi_1$$

sont également à peu près constants dans les mêmes conditions [1].

Il résulte en définitive de tout ceci que l'on peut prendre comme variables indépendantes les coefficients de self-induction $L_1$ et $L_2$.

1° Cela posé, tirons de l'égalité (26) la valeur de $L_2$ et portons-la dans (25); il vient, après réductions, et en négligeant les termes en $R_2^2$:

$$E_1 I_1 = A \times \frac{1}{\sigma\omega} \times [\xi_2 + (1-\sigma)\xi_1] \tag{25'}$$

Pour des valeurs de $\sigma$ voisines de 0,15 et en admettant que les rapports $\frac{\xi_1}{\omega}$ et $\frac{\xi_2}{\omega}$ sont de l'ordre de $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{50}$, cette formule conduit à des valeurs du rapport $\frac{E_1 I_1}{A}$ voisines de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$, c'est-à-dire comparables à celles obtenues par la résonance primaire; les seules différences qui puissent exister à ce point de vue entre les deux procédés ne dépendent que du dimensionnement et des proportions des appareils, et c'est surtout là une question d'espèce.

En tenant compte de la relation (26) calculons maintenant le rapport $\frac{E_1}{U_2}$ d'après l'égalité (5); avec la même approximation que ci-dessus, l'on obtient ainsi pour les valeurs réelles:

$$\frac{E_1}{U_2} = \sqrt{\frac{L_1 C}{(1-\sigma)\sigma}} \times [\xi_2 + (1-\sigma)\xi_1]. \tag{28}$$

---

[1] Cette remarque a déjà été utilisée par M. Blondel dans son étude précitée.

L'on voit donc que la surtension est d'autant plus forte que la capacité est plus faible, résultat conforme à ceux trouvés précédemment.

Les valeurs calculées par la formule (28) sont encore du même ordre que celles réalisées au moyen de la résonance primaire, ainsi qu'on pourrait le constater par des applications numériques.

Enfin, en se servant notamment de la formule (24), l'on remarque que le courant $I_1$ est très sensiblement en phase avec la tension primaire $E_1$ lorsque la condition (26) est satisfaite.

En résumé, l'on conclut que la réalisation de cette condition conduit à une résonance tout à fait analogue à tous points de vue à la résonance par le primaire ; il n'en est pas de même de la condition (27) qui conduit à certains résultats particuliers et entièrement nouveaux (1).

2° Supposons en effet que la condition (27) soit remplie ; la formule (25) donne alors :

$$E_1 I_i = A \times \frac{\xi_2}{\omega} \times \sqrt{1 + \frac{\xi_2^2}{\omega^2 (1-\sigma)^2}}, \qquad (25''')$$

ce qui montre par comparaison avec (25″) que l'hypothèse (27) est bien plus avantageuse que l'hypothèse (26) au point de vue de la puissance apparente prise au réseau, car la somme sous le radical est voisine de l'unité, lorsque le coefficient de fuite $\sigma$ est petit. Par contre, si l'on calcule le rapport correspondant de la tension de la source primaire à la tension aux bornes du condensateur, en négligeant le terme $CR_1R_2$, l'on trouve aisément la valeur :

$$\frac{E_1}{U_2} = \sqrt{L_1 C} \times \sqrt{(1-\sigma)\omega^2 + \frac{\xi_2^2}{1-\sigma}}, \qquad (29)$$

et dans les conditions ordinaires, le premier terme sous le radical est très important tant que le coefficient de dispersion $\sigma$ est faible. Il en résulte que le rapport déterminé par l'équation (29) est relativement élevé, toutes choses égales d'ailleurs, par rapport à celui fourni par l'équation (28). Il est toujours au moins égal à $\sqrt{2\xi_2 \omega L_1 C}$, valeur minima qui correspond à :

$$1 - \sigma = \frac{\xi_2}{\omega};$$

en comparant ce minimum avec la valeur (29), l'on constate qu'il est nettement plus élevé dès que dans cette dernière valeur $\sigma$ est supérieure à 0,15 et que les rapports $\frac{\xi_1}{\omega}$ et $\frac{\xi_2}{\omega}$ dépassent $\frac{1}{40}$. A ce point de vue, le deuxième procédé [(égalité 27)] est moins avantageux que le premier [(égalité 26)], mais il garde néanmoins une réelle supériorité au sujet de la puissance apparente que doit débiter la source.

Il convient en outre de remarquer que l'égalité précédente assigne au coefficient de dispersion $\sigma$ une valeur très importante et qui ne semble pas avoir été réalisée jusqu'à présent. L'étude de ce cas particulier a été déjà faite incidemment par MM. Seibt et Benischke (Voir les mémoires précités), mais nous ne croyons pas que son intérêt ait été encore signalé d'une façon précise.

Pour achever cette brève étude, nous indiquerons la formule déterminant l'angle de déphasage entre $I_1$ et $E_1$ ; d'après les équations (5) et (9) l'on voit facilement que la tangente

(1) Nous avons vu qu'avec la résonance par le primaire cette condition conduirait à des valeurs de $L_1$ négatives, mais ici rien n'indique *à priori* qu'elle ne soit réalisable.

de cet angle est très approximativement égale à :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\xi_2}{(1 - \sigma)\,\omega},$$

c'est-à-dire correspondant toujours à un retard de $I_1$ sur $E_1$.

Et l'importance de ce retard dépend dans une très large mesure du coefficient de dispersion $\sigma$.

B. — *Calculs pratiques.*

Les formules précédentes permettent, théoriquement du moins, un calcul approximatif des éléments du transformateur pour remplir telles conditions fixées à l'avance ; c'est ainsi que l'on peut supposer connues à priori les quantités $\omega$, C, $\sigma$, $\xi_1$, $\xi_2$ (ces trois dernières constantes sont choisies d'après le type du transformateur).

La prédétermination du coefficient de fuite $\sigma$ est malheureusement assez incertaine et l'on doit s'en remettre en grande partie à l'expérience. En se plaçant par exemple dans le premier cas étudié ci-dessus, la relation (26) permet de calculer $L_2$ ; si l'on se donne ensuite le rapport $\frac{E_1}{U_2}$, sauf à le vérifier, après avoir déterminé tous les éléments, la formule (28) permet le calcul de $L_1$. Dans certains cas, ce dernier coefficient est même déterminé par le courant de court-circuit maximum admissible sous la tension primaire normale.

Au sujet des coefficients $\xi_1$ et $\xi_2$, il importe de tenir compte dans leur évaluation des pertes diverses, autre que l'effet Joule, dont nous avons déjà signalé l'importance à propos de la résonance par le primaire. Le procédé le plus exact consiste là encore à se baser sur des essais antérieurs ; à cet effet, l'on peut utiliser la formule (28) en déterminant expérimentalement $\sigma$, $L_1$ et $\frac{E_1}{U_2}$, et l'on calcule au moyen de cette formule une valeur moyenne des coefficients $\xi$, en posant dans une première approximation $\xi_1 = \xi_2 = \xi$. Pour ce calcul, l'on ne pourrait se baser sur les rapports du courant watté au courant déwatté pour chacun des enroulements fonctionnant à vide comme bobine de self-induction, car lorsque le transformateur est en service, les conditions de fonctionnement du circuit magnétique sont entièrement modifiées, ainsi qu'on le verra plus loin.

Dans l'étude du transformateur spécial à résonance, qui est des plus complexes comme l'on peut en juger, l'une des questions les plus intéressantes est celle de la constitution du circuit magnétique. Certains constructeurs préconisent un circuit magnétique fermé simple de forme rectangulaire, les deux enroulements étant disposés séparément sur deux des branches parallèles de ce circuit magnétique de manière à créer des fuites importantes (¹)

---

(¹) Voici quelques données numériques relatives à un transformateur de ce type :

| | |
|---|---|
| Nombre de spires primaires.. | 110 |
| — secondaires. | 8 940 volts. |
| Courant primaire à vide sous 110 volts. | $I_0 = 3{,}2$ amp. |
| Courant primaire de court-circuit sous 104,5 volts. | $I_{1cc} = 24{,}8$ — |
| — secondaire — | $I_{2cc} = 0{,}295$ — |
| Pertes à vide. | 170 watts. |
| Cos $\varphi$ à vide. | 0,49 |

Ce transformateur était muni d'une prise spéciale permettant de n'utiliser que 90 spires du primaire ; les chiffres ci-dessus étaient alors remplacés par les suivants :

(ce mode de construction à été réalisé avec succès par MM. Gaiffe et Gunther); d'autres au contraire (par exemple les constructeurs allemands) donnent la préférence au circuit magnétique ouvert.

En réalité, les deux procédés sont à peu près équivalents lorsqu'ils ont été étudiés avec soin; toutefois il est à remarquer qu'avec le second la réluctance du circuit magnétique n'est pas négligeable et que par suite le produit $L_2C\omega^2$ a une valeur généralement notablement plus faible qu'avec les transformateurs industriels. Il est donc à présumer que les transformateurs à circuit magnétique ouvert conviennent tout particulièrement pour réaliser la condition (27), et peut-être est-ce là le secret des excellents résultats obtenus avec certains modèles de ce type.

Nous ne possédons aucun renseignement précis sur ces transformateurs en somme assez analogues à une bobine d'induction, et il serait à souhaiter que l'on publiât à ce sujet les résultats d'essais méthodiques (¹).

---

| | |
|---|---|
| Nombre de spires primaires. | 90 |
| — secondaires.. | 8 940 |
| Courant primaire à vide sous 109 volts.. | $I_0 = 6,75$ amp. |
| Courant primaire de court-circuit sous 90 volts. | $I_{1cc} = 20,8$ — |
| — secondaire — | $I_{2cc} = 0,250$ — |
| Pertes à vide.. | 285 watts. |
| Cos φ à vide.. | 0,38 |

L'on remarque que dans ce dernier cas le courant à vide, à égalité de tension primaire, devrait être théoriquement $\left(\frac{110}{90}\right)^2$ fois plus grand que dans le premier, tandis qu'il vaut plus du double; cette différence s'explique aisément par la saturation, ainsi que le lecteur pourra s'en assurer par un calcul simple. Des résultats précédents l'on peut tirer quelques conclusions intéressantes; si l'on se place par exemple dans le premier cas où l'enroulement primaire est utilisé entièrement, l'on trouve pour σ la valeur approximative:

$$\sigma = \frac{3,2}{24,8} \times \frac{104,5}{110} = 0,12.$$

D'autre part, l'inductance primaire peut être calculée par la formule :

$$L_1\omega = \frac{E}{I_0} = \frac{110}{3,2} = 34,375 \text{ ohms}.$$

Enfin, en négligeant les résistances ohmiques, dans l'essai en court-circuit l'on peut admettre l'égalité :

$$MI_{1cc} = L_2 I_{2cc}$$

ou :

$$\sqrt{1-\sigma} \times \sqrt{L_1} \times I_{1cc} = \sqrt{L_2} \times I_{2cc}$$

L'on en déduit :

$$\omega L_2 = \frac{0,88 \times 34,375 \times \overline{24,8}^2}{\overline{0,295}^2} = 213\,489,3,$$

soit 210 000 ohms en chiffres ronds.

En adoptant une fréquence de 40 périodes à la seconde ($\omega = 250$ approxim.), la relation 23 nous permet, dès à présent, de calculer la capacité C pour laquelle elle se trouve vérifiée ; l'on trouve ainsi :

$$C = \frac{10^6}{250 \times 0,12 \times 210\,000} = \frac{10}{63} \text{ microfarad}$$

capacité qui correspond parfaitement avec les résultats des observations.

Pour réaliser la condition (24), il aurait fallu une capacité plus de huit fois plus grande qu'il eût été impossible de charger à un potentiel suffisant d'après l'équation (29), le coefficient σ étant ici relativement faible.

(¹) Les seuls renseignements que nous possédions sont ceux fournis par MM. Hemsalech et Tissot dans une note présentée à l'Académie des Sciences (Séance du 4 février 1907 ; voir aussi *L'Éclairage Électrique*, tome LI, 27 avril 1907, page 135).

Malheureusement ces auteurs ont mesuré seulement les tensions d'éclatement et non celles correspondant au régime permanent, de sorte que l'on ne peut tirer d'enseignements précis de leurs essais au point de vue des formules (25) et suivantes. Toutefois, l'on trouve plus loin que, pour le régime à résonance, le courant secondaire atteignait 0,23 ampère pour un courant primaire de 20 ampères et un rapport de transformation de 180. Grâce à ces données, l'on peut se faire une idée de la valeur du

***

En somme, comme nous l'avons déjà dit, le problème de la construction des transformateurs spéciaux à résonance est des plus complexes, et nécessiterait à lui seul une longue étude ; pour le moment nous nous arrêterons à l'exposé de ces principes généraux, et nous terminerons notre étude sur ces transformateurs par quelques considérations sur la distribution des flux.

C. — *Distribution des flux dans les transformateurs spéciaux à fuites magnétiques.*

Dans les transformateurs ordinaires, sans fuites appréciables, l'on peut admettre que les flux résultants traversant les enroulements primaires et secondaires sont identiques.

Mais avec les transformateurs possédant une dispersion magnétique accusée, il n'en est pas de même, ainsi que le montre les raisonnements suivants :

Calculons le rapport des flux résultants primaire $F_1$ et secondaire $F_2$ : en désignant par $N_1$ et $N_2$ les nombres de spires correspondants et en admettant que la deuxième des égalités (4) se réduit à :

$$MI_1 = -L_2I_2\left[1 - \frac{1}{L_2\omega^2C}\right], \qquad (4')$$

l'on arrive aisément à l'expression :

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{MI_1 + L_2I_2}{MI_2 + L_1I_1} \times \frac{N_1}{N_2}$$
$$= \frac{1}{1 - \omega^2 C\sigma L_2} \times \frac{MN_1}{L_1N_2}.$$

Le second facteur représente le rapport des flux à vide et se trouve légèrement inférieur à l'unité ; le premier facteur tend vers l'infini au fur et à mesure que l'on s'approche de la condition (26), et l'on constate donc que le flux primaire est alors notablement plus faible que le flux secondaire (en réalité, à cause de l'effet des résistances ohmiques négligé dans (4'), le rapport précédent ne peut jamais s'annuler) (¹).

*(A suivre.)* J. BETHENOD.

---

produit $\omega^2L_2C$, en appliquant la formule approximative :

$$MI_1 = L_2\omega\left(1 - \frac{1}{L_2C\omega^2}\right),$$

obtenue en négligeant les termes en $R_2$ dans l'équation (9). Admettons que le coefficient $\sigma$ soit nul, l'on obtient alors pour la différence entre parenthèses une valeur maxima certainement inférieure à celle réalisée en pratique. Dans cette hypothèse le rapport $\frac{L_2}{M}$ est égal au rapport de transformation $a = 180$, et par suite l'on peut écrire :

$$20 = 0{,}23 \times 180 \times \left(1 - \frac{1}{\omega^2CL_2}\right),$$

d'où $\omega^2LC = 2$, approximativement.

Comme d'autre part, en tenant compte des fuites magnétiques, certainement importantes, et des résistances ohmiques, la valeur réelle d'après (9) serait encore plus voisine de l'unité, l'on est peut-être en droit de conclure que la condition (27) se trouve approximativement réalisée. Il serait néanmoins nécessaire de posséder des données plus précises en particulier sur le courant à vide et sur le coefficient $\sigma$, d'après une méthode analogue à celle suivie dans la précédente note.

Il y a là matière à de nombreux essais d'une importance capitale, et nous espérons qu'ils sauront tenter quelque expérimentateur.

(¹) Ce phénomène a été constaté expérimentalement par M. Gunther en enroulant des spires témoins sur les noyaux portant les enroulements.

# EXTRAITS DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Description d'un alternateur de 5000 kilowatts*** (*Suite*) (¹). — **H.-M. Hobart** et **F. Punga.** — *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 24 octobre 1907.

Les essais suivants ont été effectués, pour déterminer l'influence de la ventilation artificielle. La machine était munie à gauche d'une flasque à 6 bras fermée par une tôle perforée ; à droite, elle était complètement fermée par une tôle munie seulement de deux ouvertures de $770 \times 770$. Au rotor, on avait fixé d'un côté des ailettes pour la ventilation et le côté opposé, en face de ces ailettes, avait été fermé par une tôle placée entre deux bobines d'excitation consécutives (voir fig. 18).

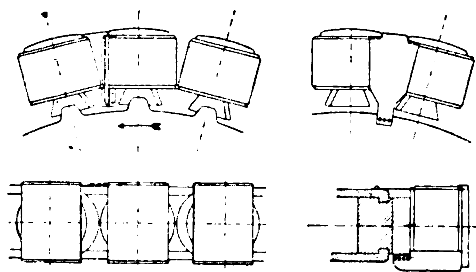


Fig 18. — Disposition des ailettes au rotor.

L'essai fut fait pendant 2 heures, avec une excitation (300 ampères) supérieure à sa valeur normale, le circuit induit étant ouvert. L'excitation fut ensuite réduite à 204 ampères pour laquelle la perte dans le fer s'élevait à 130 kilowatts. Dans la figure 19 les lectures faites aux thermomètres placés à différents endroits ont été consignées. La température de l'air ambiant fut mesurée, 1° à l'endroit où le courant d'air entre dans la machine ; 2° à 1 ou 2 mètres de l'entrée d'air. Dans la même figure, sont indiquées les variations de la résistance d'excitation mesurées par courant et tension ($\approx 0{,}22\Omega$). La plus forte élévation de température qui se produit dans le stator atteint 28° C au-dessus de la température ambiante relevée à l'entrée de l'air dans la machine ; par rapport à la température prise à 2 mètres de ce point, il y a une différence de 4° en plus (32°).

(¹) *Éclairage Électrique*, t. LIII, p. 269 et 311, 23 et 30 novembre 1907.

Un essai a été fait avec une autre espèce d'ailettes de ventilation. Les tôles fermant le rotor d'un

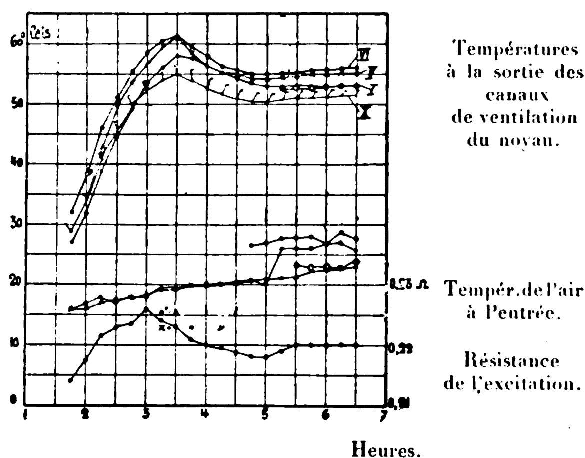



Fig. 19. — Températures du noyau, avec ventilation artificielle (ailettes plates).

côté ont été maintenues, mais au lieu d'ailettes plates, ce sont de grandes ailettes courbes qui ont été disposées (voir fig. 20 et 21). Dans la

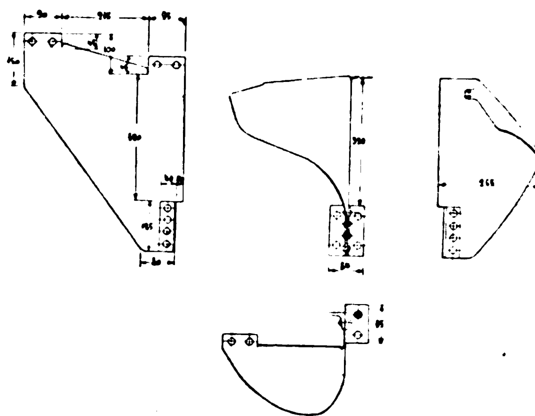


Fig. 20. — Ailettes courbes.

fig. 22 les températures diverses ont été indiquées. L'élévation maxima de température au-dessus de la température ambiante est de 29° C à $2^m{,}50$ des tôles perforées.

A la deuxième machine, 10 petites ailettes plates ont été adaptées disposées de chaque côté, en face l'une de l'autre ; les ouvertures de ventilation de la carcasse furent laissées libres. La

température atteignit ainsi 44° au-dessus de la température ambiante.

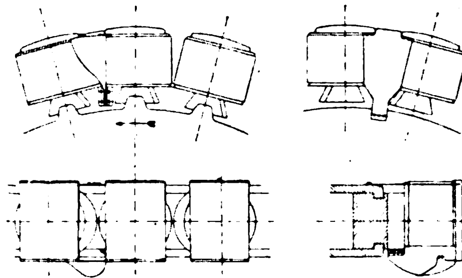


Fig. 21. — Disposition des ailettes sur le rotor.

En fermant ensuite les ouvertures latérales de la carcasse, l'élévation de température ne fut plus que de 40° C. Pour l'essai principal, on

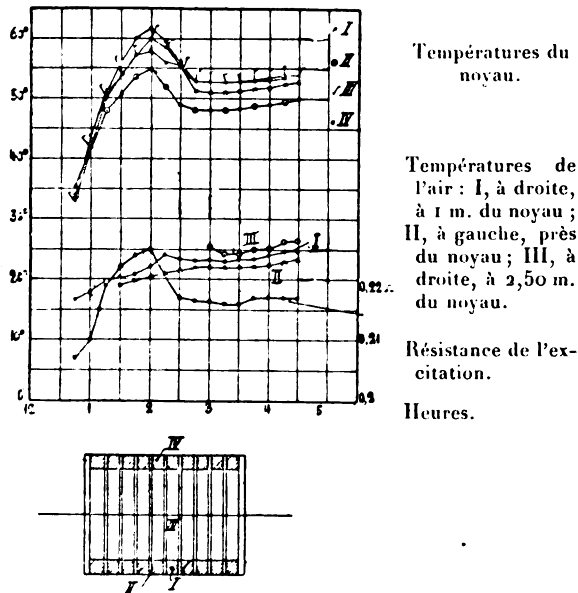



Fig. 22. — Températures du noyau avec ventilation artificielle (ailettes courbes).

adapta à cette machine 20 petites ailettes de ventilation sur l'un des côtés du rotor et en face de celles-là, de l'autre côté, 20 tôles fermant les intervalles des pôles (voir fig. 23). L'élévation maxima atteignit 33° C au-dessus de la température ambiante. On avait fait préalablement un essai avec 10 petites ailettes disposées en quinconce sur les 2 côtés ; entre deux ailettes consécutives sur chaque côté, on avait fermé par une tôle les deux électros. L'élévation de température constatée a été de 38° C. Ces essais montrent comment s'opère le mouvement de l'air entraîné par le générateur en rotation. On peut affirmer, avec assez de certitude, que la ventilation des machines, le déplacement de l'air, et la vitesse aux différents points sont autant de questions qui ont été négligées et où de grands progrès peuvent

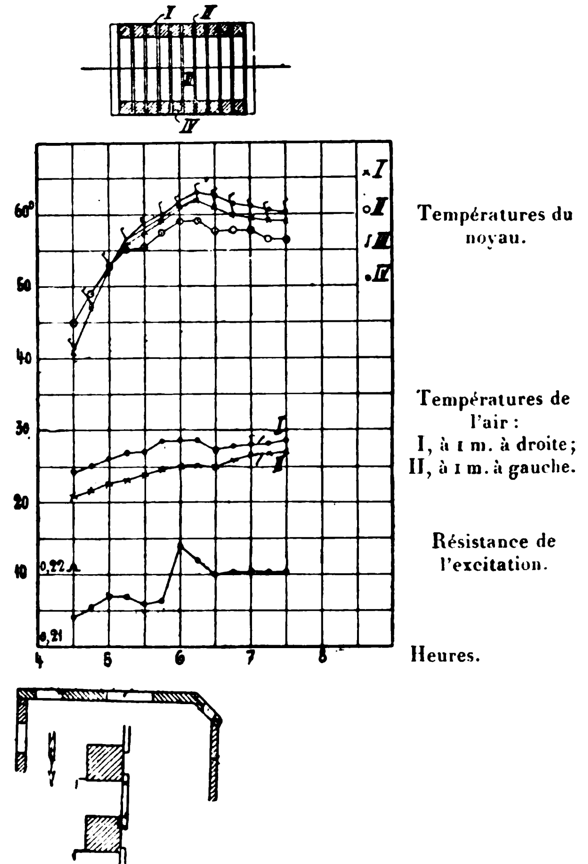



Fig. 23. — Températures du noyau, le rotor étant muni de 20 ailettes et fermé d'un côté.

être faits. Plus le nombre de tours d'une machine est grand, eu égard à sa puissance, plus il est difficile de diriger une quantité d'air maxima dans l'intérieur même de la machine, et de le diriger de telle sorte que la température aux points les plus chauds soit abaissée de quelques degrés. Si Q mètres cubes d'air traversent la machine et s'y échauffent de $t$°, il en résulte une perte de $1{,}29Qt$ kilowatts. La quantité de chaleur ainsi dissipée dans les machines à grande vitesse est beaucoup plus importante que celle qui est dissipée par simple rayonnement et il en résulte que, pour ces machines, il est impossible d'admettre un calcul de la perte de chaleur comptée en watts par centimètre carré.

On calculerait beaucoup plus exactement en mètres cubes d'air introduits par seconde et il serait au surplus bien nécessaire de faire des recherches précises sur le mouvement de l'air.

*Isolement et courant.*

L'isolement des conducteurs a déjà été indiqué dans la figure 4 (1) en grandeur d'exécution. Il a été soumis à une série d'essais. Chaque machine fut placée sous une tension de 8 000 volts et on mesura le courant de charge. Le transformateur de 10 kilowatts employé pour cet essai avait un rapport de transformation de 52,5. Le courant et la tension furent relevés du côté de la basse tension, à 50 périodes.

Le tableau suivant donne les lectures faites pendant ces essais :

| AMP. (BASSE TENSION) | VOLTS (BASSE TENSION) | VOLTS COTÉ HAUTE TENSION |
|---|---|---|
| 11,5 | 102 | 5 400 |
| 18,7 | 151 | 7 930 |
| 24 | 178 | 9 350 |

Le courant à vide du transformateur, à 50 périodes et 150 volts, était inférieur à 1 ampère et il peut donc être négligé dans une détermination grossière de la capacité entre bobinage et fer. Celle-ci est d'environ 0,145 microfarad.

Avec des fréquences plus faibles, on obtient :

16,5 ampères 144 volts basse tension à 44,5 périodes.
7,5 — 99 — — 33 —

Une série d'essais fut encore exécutée, pour vérifier comment se comportait l'isolation dans l'humidité, l'huile, etc., mais ces essais ne présentent aucun intérêt spécial.

*Forme de courbes.*

La figure 24 donne la courbe de la tension, relevée avec un oscillographe Siemens. Les ordonnées ont été en outre portées en coordonnées polaires; on voit que la courbe est très voisine d'une sinusoïde et il faut attribuer ce résultat, comme nous l'avons déjà indiqué, à l'emploi de 3 1/2 encoches par pôle et phase et d'un entrefer variable.

(1) Voir *Éclairage Électrique*, 23 novembre 1907.

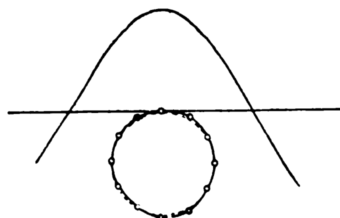


Fig. 24. — Tension aux bornes relevée à l'oscillographe.

*Court-circuit brusque* (1).

On a effectué également un certain nombre d'essais pour étudier les phénomènes du court-circuit brusque. Voici comment on pourrait simplement établir les données théoriques de ces essais :

Soit M le flux principal dans le pôle d'une dynamo et soit F les ampèretours d'excitation lorsque le courant de pleine charge circule dans le bobinage en court-circuit. Un flux $M_s$ devra passer du pôle à l'induit, pour compenser la self-induction ; dans le pôle on retrouvera ce flux $M_s$, plus le flux de dispersion $M_r$.

Dans un court-circuit brusque, le flux dans le pôle décroît seulement peu à peu, même s'il n'y a pas de self-induction dans le circuit d'excitation en dehors de celle des bobines des pôles.

Le courant d'induit devient alors plus grand que le courant normal, dans le rapport

$$k = \frac{M}{M_s + M_f}.$$

Si on avait donc à l'instant initial $M = M_0$ le courant de court-circuit brusque serait $\frac{M_0}{M_f + M_s}$ fois le courant normal. Le courant d'excitation augmente de même jusqu'à la valeur correspondant à un court-circuit progressivement obtenu. Avec des épanouissements et des noyaux massifs, il se produit des courants de Foucault qui limitent la valeur du courant d'excitation, de sorte que le courant observé dans ce cas serait plus petit que le courant calculé. Dans le cas présent, nous avons trouvé qu'avec un courant de court-circuit égal au courant normal, on avait une tension de dispersion de 200 volts, soit 5 % de la tension

(1) Cette question a été traitée en détail par M. F. Punga dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 6 septembre 1906. Voir également l'*Éclairage Électrique*, tome XLIX, pages 22, 61 et 104.

normale. On a donc $M_o = 0{,}05 \times 14{,}8 = 0{,}74\ mM$. Nous avions admis, d'autre part, qu'avec 6 600 ampèretours, on avait un flux de dispersion de 2 *m*M par pôle. Et puisque l'on a 6 000 ampèretours, lorsque le courant de court-circuit est égal au courant normal, il en résulte que

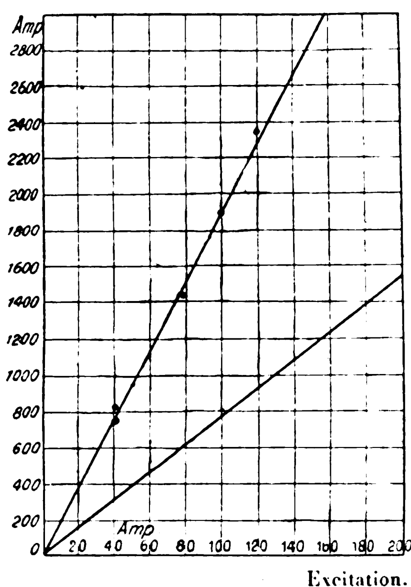
$$M_f = 2\,\frac{6\,000}{6\,000} = 1{,}8\ mM.$$

$$M_f + M_s = 1{,}8 + 0{,}74 = 2{,}54\ mM.$$

Le courant d'induit maximum se produit lorsque la machine, travaillant à pleine charge, est mise brusquement en court-circuit. Avant le court-circuit, le flux dans le pôle est : 17,4 *m*M, le courant de court-circuit est donc $\frac{17{,}4}{2{,}54} = 6{,}85$ fois plus grand que le courant normal.

La mesure de ce courant offre quelques difficultés, puisqu'il se maintient seulement une fraction de seconde et décroît ensuite rapidement.

On plaça dans l'induit un ampèremètre calorifique et on observa la déviation maxima lorsqu'on mettait en court-circuit le générateur. La figure 25 donne les valeurs observées qui atteignent environ 70 % de la valeur calculée, et cela s'explique par l'inévitable inertie de l'appareil calorifique.

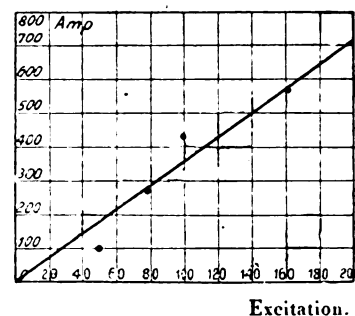



Excitation.

Fig. 25. — Comparaison du courant de court-circuit brusque avec le courant normal de court-circuit.

Si à présent 6 000 ampèretours sont requis lorsque le courant de court-circuit égale le courant normal, on a donc 41 000 ampèretours lorsque le courant de court-circuit = 6,85 fois ce même courant normal. Et puisque les pôles et la carcasse sont absolument saturés, nous devons ajouter encore 2 000 ampèretours de sorte que les ampèretours maxima = 41 000 + 2 000 = 43 000 par pôle. Le courant maximum d'excitation $= \frac{43\,000}{63} = 680$ ampères.

Le générateur fut mis brusquement en court-circuit pour diverses valeurs du courant d'excitation et on observa l'élongation maxima d'un appareil Deprez d'Arsonval inséré dans le circuit d'excitation (voir figure 26). Cette mesure n'est évidemment qu'approximative, mais la valeur moyenne est cependant très peu inférieure à la valeur




Excitation.

Fig. 26. — Courant maximum dans l'excitation au moment du court-circuit.



Fig. 27. — Court-circuit brusque avec une excitation de 150 amp. Valeur finale du courant de court-circuit 1 140 amp.

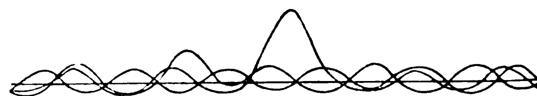


Fig. 28. — Court-circuit brusque avec une excitation de 100 amp. Valeur finale du courant de court-circuit 750 amp.

fournie par le calcul. On a relevé avec un oscillographe quelques ondes de court-circuit (fig. 27 et 28).

*(A suivre.)* L. G.

## ARC & LAMPES ÉLECTRIQUES

***Observations sur l'arc électrique.*** — **W. L. Upson.** — *Physical Society*, Londres.

L'auteur a exécuté une série d'essais sur l'arc entre électrodes métalliques, et entre métal et

charbon, dans l'air, l'hydrogène et le gaz d'éclairage.

*Description des appareils.*

L'appareil dont il s'est servi est représenté par la figure 1 ; comme on le voit, l'électrode supérieure était munie d'une circulation d'eau, tandis que l'électrode inférieure pouvait monter ou descendre au moyen d'une vis à main.

Deux tubes, ajustés l'un dans la platine inférieure soutenant l'enveloppe en verre, l'autre dans le bouchon placé à la partie supérieure, servaient à établir une circulation du gaz étudié.

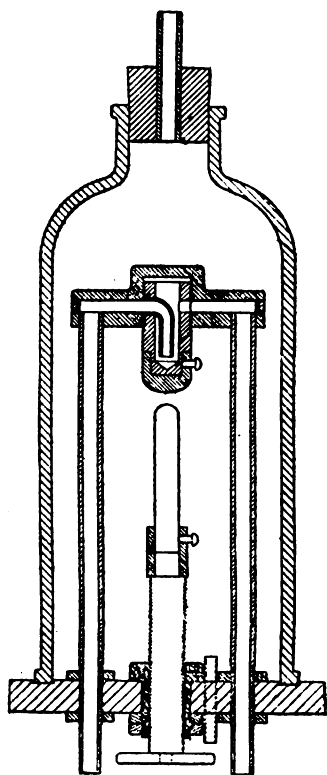


Fig. 1. — Coupe de l'appareil d'essai.

Les deux électrodes étaient réunies à une source de courant continu à 110 volts, par l'intermédiaire respectif de la vis de réglage et des tubes de circulation d'eau. L'électrode à circulation d'eau était généralement constituée par une pièce de cuivre, de fer ou d'aluminium ayant la forme caractéristique visible sur la figure 1, et maintenue par des vis de serrage ; quant à l'électrode inférieure, elle était formée soit de charbons homogènes de 11,7, 10 et 9 millimètres, soit de charbons à mèche de 11,7 millimètres, soit enfin de tiges pleines en métal de 9,3 millimètres pour le cuivre, de 12,25 millimètres pour le fer, et de 12,25 à 15,6 millimètres pour l'aluminium.

Les rayons lumineux passaient à travers une lentille biconvexe, et étaient projetés ensuite sur une feuille de papier quadrillé placée à une distance suffisante pour que l'on puisse mesurer les dimensions de l'arc en millimètres (grossissement de 1 à 10). Sa longueur était maintenue constante au moyen de la vis de réglage, et lorsqu'on se servait de charbons, les extrémités étaient taillées préalablement suivant la forme qu'elles tendaient à prendre après la mise en service.

L'on économisait ainsi un temps considérable, et l'on pouvait regarder l'arc comme possédant son régime dès que la température normale était atteinte. Les extrémités des électrodes en métal étaient seulement arrondies, et non taillées en pointe, pour diminuer la tendance de l'arc à varier de longueur.

*Description des arcs.*

Dans ce qui suit, pour abréger, on désignera les arcs par les symboles chimiques de leurs électrodes, en les faisant suivre au besoin de celui du gaz employé ; par exemple, Cu-C — H désigne un arc dans l'hydrogène, avec l'électrode positive en cuivre, et l'électrode négative en charbon. Le premier symbole désigne l'électrode positive, et celle-ci, excepté pour le charbon, et sauf avis contraire, est toujours l'électrode supérieure refroidie par la circulation d'eau.

1° *Arcs dans l'air.*

Al-C. — La flamme obtenue est bleu clair, et ressemble beaucoup à celle du fer.

L'aluminium est oxydé rapidement, mais s'use assez peu ; un léger dépôt se fait sur le globe et sur les pièces intérieures de l'appareil. Une odeur caractéristique très prononcée est répandue, et le gaz qui s'échappe du tube supérieur est ininflammable. Pour 10 ampères, l'arc peut être maintenu à une longueur de 12 millimètres.

C-Cu. — L'arc est très tranquille ; sa couleur est pourpre, excepté au point de contact avec le cuivre, où elle est verte. Un petit dépôt de charbon se forme sur le cuivre, et si on ne l'enlève pas au fur et à mesure l'arc devient un arc C-C.

Le dépôt sur les supports est très faible.

Les électrodes en charbon s'usent rapidement en présentant trois zones caractéristiques (fig. 2).

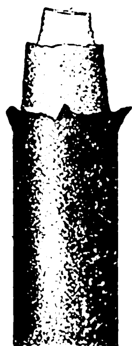


Fig. 2. — Aspect de l'arc.

L'une, à la pointe, est très brillante; elle se trouve suivie d'une zône intermédiaire rouge sombre, et enfin le charbon est complètement noir.

C-Fe. — Cet arc présente continuellement des soubresauts, qui rendent très difficiles les mesures. Il est très brillant, et présente une coloration plutôt bleue que pourpre. Lorsque le fer est soumis à une certaine température, des bulles dues probablement à la formation de magnétite apparaissent et l'énergie absorbée augmente.

L'arc devient alors stable, et atteint 12 millimètres sous 80 volts et pour un courant de 5 ampères.

C-Al. — Cette combinaison est plus stable que celle inverse Al-C; cependant, au début, l'arc est assez instable, et l'on ne peut dépasser 7,5 millimètres de longueur avec un courant de 10 à 12 ampères.

Les électrodes en Al sont fortement piquées et leur surface présente des petites taches de charbon. Les autres caractéristiques sont analogues à celles de l'arc Al-C, sauf que le dépôt gris sur les supports est moins dense.

Cu-Cu. — Arc vert très stable atteignant une longueur de 5 millimètres avec 2,5 ampères.

L'usure est faible; sur l'électrode négative il se forme un léger cratère, et sur l'électrode positive une bulle d'oxyde.

Fe-Fe. — Arc très stable pour les faibles courants et les petites longueurs.

Coloration bleue avec auréole jaune. Lorsque la longueur de l'arc et le courant augmentent, des fumées jaunes d'oxyde de fer se produisent et se déposent sur le globe et les supports. Les extrémités des électrodes commencent alors à bouillir et l'arc devient moins stable. Il se met à siffler, et la puissance absorbée augmente. Un sifflement se produit également lorsque l'arc se déplace sur l'électrode positive, et il est accompagné d'une chute de tension comme pour l'arc ordinaire, mais ce sifflement est entièrement distinct de celui accompagnant le bouillonnement aux extrémités des électrodes.

Al-Al. — Arc très instable; oxydation rapide des extrémités, occasionnant un déplacement continuel de l'arc, qui se porte sur les parties encore non oxydées, jusqu'à extinction complète.

Coloration bleue avec auréole jaune. Formation de points brillants au contact de l'arc avec chaque électrode. Léger dépôt gris sur les supports et le globe.

Cu-Fe. — Arc de coloration bleue, avec auréole jaune. Formation d'aucune couche visible de vert-de-gris. Des bulles d'oxyde de fer (magnétite) se forment sur l'extrémité de la cathode; dépôt de fer sur l'anode après un fonctionnement suffisamment long. Couche légère d'oxyde de fer brun sur les électrodes.

Fe-Cu. — Le cuivre constitue l'électrode refroidie. L'arc présente une coloration verte, surtout au voisinage de la cathode en cuivre; au voisinage du fer cette coloration est plutôt bleue. En brisant la couche d'oxyde recouvrant l'extrémité du fer, l'on a trouvé un dépôt de cuivre pur.

Formation d'un cratère négatif très profond; dépôt de suie brune sur l'électrode en cuivre.

Cu-Al. — L'aluminium constitue l'électrode refroidie. Cet arc est plus stable, que celui correspondant à la combinaison inverse. Il s'allume aisément, mais varie facilement de régime, en sifflant et en se déplaçant à la surface des électrodes avec tendance à s'allonger. Au voisinage du cuivre coloration verte, parfois avec auréole bleue. L'électrode en aluminium est piquée fortement, et recouverte d'un dépôt brun doré.

Al-Cu. — Arc à coloration bleue au voisinage de l'anode et verte au voisinage du cuivre, très instable et se déplaçant continuellement jusqu'à extinction, d'une manière analogue à l'arc Al-Al.

Fe-Al. — L'électrode refroidie est en aluminium. Coloration bleue avec auréole jaune. L'arc

se maintient surtout aux arêtes des électrodes, et est moins stable que les arcs au cuivre ; aspect analogue à celui de l'arc Fe-Cu.

Important dépôt de fer sur l'électrode négative.

Al-Fe. — Usure faible de l'anode. Dépôt analogue à celui obtenu avec Cu-Fe.

2° *Arcs dans l'hydrogène.*

C-C. — Coloration bleue pâle avec faible auréole pourpre. Formation de dépôts de charbon rendant les mesures difficiles. Les électrodes se taillent de manière à ce que leurs extrémités présentent des surfaces sphériques parallèles, la positive étant concave. Autour de l'arête du charbon négatif, production d'un dépôt de charbon avec ramifications d'une longueur atteignant 5 à 6 millimètres.

Cu-C. — L'arc obtenu est peu volumineux et a une coloration pâle ; il est formé par une âme centrale de couleur pourpre, entourée par une région de lumière verte.

Il se déplace continuellement et forme un large cratère sur l'anode.

A l'extrémité du charbon il se produit un dépôt de cuivre, tandis que les arêtes sont recouvertes d'une suie peu adhérente, et que le globe est noirci par un fin dépôt de charbon.

Fe-C. — L'arc a une coloration bleue, avec une enveloppe rouge-pourpre.

Au point de contact avec l'arc, le fer entre en ébullition ; il se forme un dépôt noir sur les supports. Le cratère positif est irrégulier, et l'extrémité de l'anode en fer résiste à la lime.

Al-C. — Cet arc est le plus instable de ceux métal-charbon. Dépôt gris sur les supports et les parois du globe. L'aluminium s'use rapidement, mais sans bouillonnements. Effets analogues à ceux observés dans l'air, mais les rallumages sont beaucoup plus aisés. Coloration gris-bleu avec noyau central légèrement pourpré.

C-Cu. — Arc le plus brillant de ceux produits dans l'hydrogène. Usure rapide du charbon, mais sans dépôt sur le globe. Un dépôt gris de charbon à l'extrémité de la cathode tend à produire un arc ordinaire entre électrodes en charbon. La marche est assez stable, tant que l'arc ne se déplace pas sur l'anode. Aucune formation de cratère positif, et usure du charbon irrégulière.

C-Fe. — Arc instable, avec production irrégulière d'étincelles intermittentes à la surface du charbon.

Dépôt abondant de charbon transformant l'arc en arc charbon-charbon et formant des ramifications horizontales d'une longueur de 9 millimètres autour de l'anode.

Cratère positif profond avec coloration grise brillante.

C-Al. — Arc extrêmement instable nécessitant au moins 7 ampères. Il se forme un dépôt de charbon sur la cathode, lequel maintient l'arc, tandis que l'anode s'use rapidement. L'on ne constate aucune modification du dépôt blanc sur le globe lorsqu'on passe de la combinaison Al-C à la combinaison C-Al, probablement à cause du fait que l'arc n'est pas en contact direct avec l'aluminium.

Cu-Cu. — Il est impossible de maintenir un arc même très court avec une tension de 110 volts, et un courant de 15 ampères au contact.

Fe-Fe. — Même résultat que pour le cuivre. Lorsqu'on écarte les électrodes, l'arc persiste cependant un peu plus longtemps, avec production d'un sifflement analogue à celui produit par une décharge dans un vase clos.

Dépôt noir sur l'électrode supérieure, avec production de gouttelettes de métal au point de contact.

Al-Al. — Cet arc donne de meilleurs résultats que les arcs Fe-Fe ou ceux obtenus avec l'aluminium et le cuivre (ou le fer). Coloration rouge-pourpre devenant bleuâtre lorsque l'arc s'allonge.

L'arc se déplace continuellement ; formation de dépôts gris abondants avec transport d'aluminium important de l'électrode inférieure à l'autre.

En taillant la première en pointe, l'arc s'allonge jusqu'à la rupture.

Cu-Fe. — Arc très instable. Dépôts noirs sur le globe.

Fe-Cu. — Arc peu différent du précédent. L'électrode en fer présente une surface de métal pur, entourée d'un dépôt noir caractéristique des arcs au fer dans l'hydrogène ; à l'extrémité on remarque quelques traces de cuivre. L'électrode en cuivre est recouverte d'un dépôt noir de fer avec une goutte de métal pur au point ou le contact a eu lieu.

Comme dans la plupart des arcs, il y a donc un double transport de matière.

Cu-Al. — Arc très instable avec coloration vert-jaune. Usure irrégulière.

L'électrode supérieure est en aluminium.

Al-Cu. — Arc analogue au précédent au point de vue de l'éclat et de la stabilité.

Usure considérable et formation d'un dépôt noir épais sur le globe. Limée, l'extrémité du cuivre présentait l'aspect du laiton.

L'électrode en aluminium était recouverte d'un dépôt rouge sombre et l'on constata que son extrémité était devenue très poreuse sur une profondeur considérable.

Fe-Al. — Sifflement analogue à celui obtenu ordinairement avec les arcs dans l'hydrogène, mais sans chute de tension. Formation d'un dépôt noir général; présence de globules métalliques sur le fer. L'électrode supérieure est celle en aluminium.

Al-Fe. — Un miroir rotatif a montré l'existence d'une série d'étincelles distinctes, tenant le milieu entre l'arc métallique ordinaire et la décharge entre électrodes en cuivre dans l'hydrogène. Les étincelles ont une coloration bleue et sont accompagnées d'une incandescence des métaux.

Le fer est peu attaqué, mais l'aluminium présente des bouillonnements intenses, et, à l'allumage, les métaux tendent à se fondre ensemble.

Une sorte de cratère se forme à l'électrode en aluminium, et un dépôt noir épais s'étend sur les supports.

3° *Arcs dans le gaz d'éclairage.*

Cu-C. — L'arc est maintenu beaucoup plus difficilement que dans l'air, et exige des courants élevés. Un dépôt considérable de charbon se forme sur le cuivre et empêche toute mesure exacte de la longueur de l'arc. Celui-ci est peu volumineux et a une apparence terne.

Cu-Cu. — Pour 28 volts et 8 ampères, lorsque la longueur de l'arc est d'environ $0^{mm},25$, il se produit une décharge intermittente qui cesse brusquement au bout de 10 à 15 minutes, l'arc devenant stable pour une longueur de 1 millimètre environ. Si l'on diminue notablement le courant, l'arc persiste, et en le poussant à 11 ampères il se forme un dépôt de carbone qui rend l'arc analogue à celui produit entre électrodes de charbon dans l'hydrogène. Ce dépôt est dû à la décomposition du gaz d'éclairage et sans lui l'arc ne pourrait pas sans doute se maintenir davantage que dans l'hydrogène.

En général le gaz d'éclairage ne semble pas favorable à l'auteur pour l'étude des arcs entre électrodes métalliques, à cause des dépôts de charbon sur ces électrodes. L'éclat de l'arc lui-même est comparable à celui obtenu dans l'hydrogène.

(*A suivre.*) P. S.

## TRACTION

***Trafic des tramways électriques.*** — **W. Mattersdorff** (thèse de doctorat) (1). — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 octobre 1907.

L'étude d'un projet de traction ne comporte pas seulement la détermination précise de toutes les conditions techniques de l'installation et l'établissement d'un devis exact, il faut y ajouter les prévisions qu'autorise une exploitation normale. Or, cette dernière partie de l'étude exige des matériaux qui n'existent qu'en très petit nombre et des données que la statistique n'a qu'incomplètement fournies. Le travail de l'auteur a précisément pour but de combler cette lacune, cependant lui-même fait remarquer que ses conclusions ne peuvent avoir en réalité qu'une valeur tout à fait relative.

Le trafic, le développement de celui-ci, l'extension progressive du réseau dépendent d'une série de facteurs tels par exemple la densité de population, le genre d'industrie et même les mœurs locales. Il faut que ces facteurs soient attentivement examinés dans chaque cas.

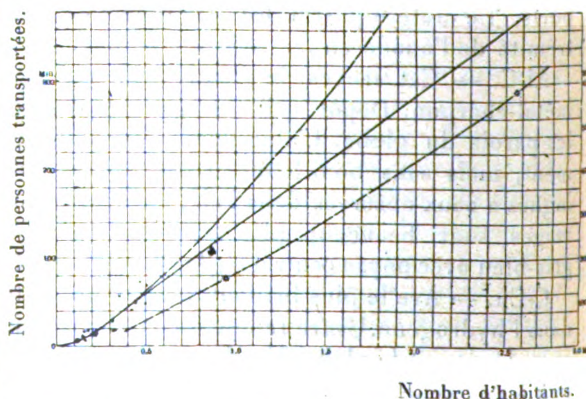
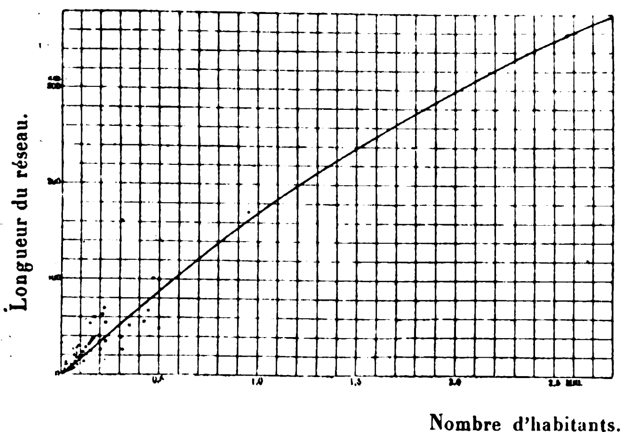



Fig. 1. ——— Trafic des tramways. —·—·— — Total (omnibus, etc.).

Leur influence relative ne peut cependant être fixée qu'*a posteriori* et c'est pourquoi il faut souhaiter que les études objectives des condi-

(1) Julius Springer. Ed. à Berlin.

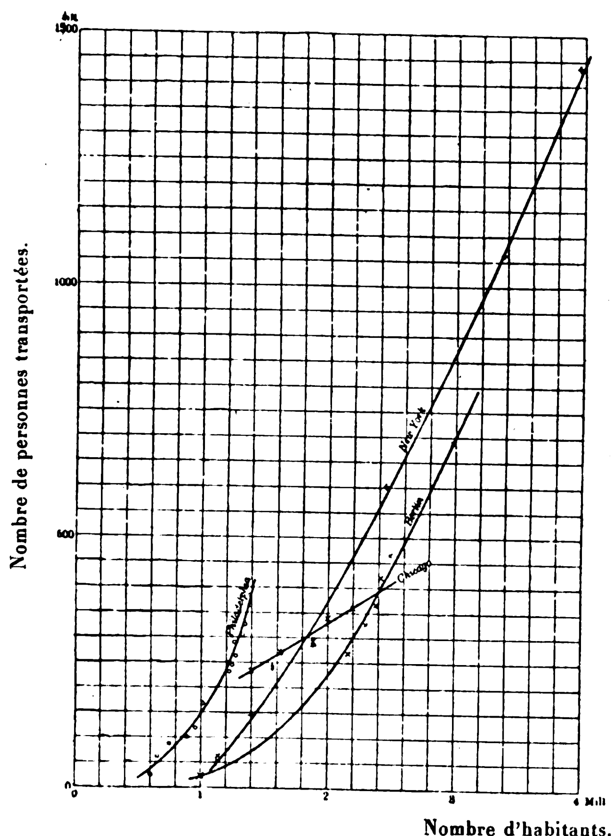
tions d'exploitation des centrales urbaines, pour l'éclairage ou la traction, soient de plus en plus poussées.




Nombre d'habitants.

Fig. 2. — Développement du réseau.

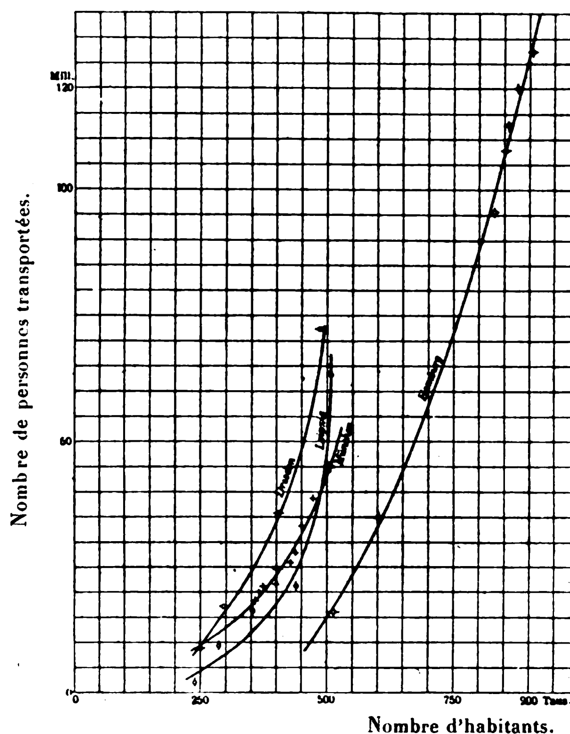
On trouvera dans ce qui suit les résultats les plus importants de l'étude de M. Mattersdorff.




Nombre d'habitants.

Fig. 3. — Trafic des tramways dans diverses villes.

Pour rechercher l'influence de la population et de l'étendue des villes sur l'intensité du trafic des tramways, les renseignements ont été puisés dans les documents officiels publiés par le Ministère des Travaux publics. On constate que le nombre de personnes transportées annuellement croît comme le carré du nombre d'habitants jusqu'à une population de un demi-million




Nombre d'habitants.

Fig. 4. — Trafic des tramways dans diverses villes.

à peu près. A partir de ce chiffre, l'augmentation est proportionnelle (fig. 1, tracé —). En moyenne le trafic atteint 67 millions par an dans une ville de 500 000 âmes. Cela suppose toutefois une étendue de réseau qui soit en rapport avec le nombre même des habitants, suivant, par exemple dans le cas présent, la courbe moyenne de la figure 2. Si on tient compte, dans l'établissement de la variation du trafic, de tous les moyens de transport qui s'ajoutent aux tramways électriques dans les villes de plus de 500 000 âmes, omnibus, bateaux, etc., la partie de la courbe pour ces villes croît encore comme le carré du nombre des habitants au lieu d'être simplement une droite (fig. 1, tracé - - -).

Le nombre des voyages, dans tous les sens, croît proportionnellement au nombre des habitants. Les conditions locales jouent cependant

un rôle important qu'il ne faut pas perdre de vue et que mettent en lumière les courbes des figures 3 et 4.

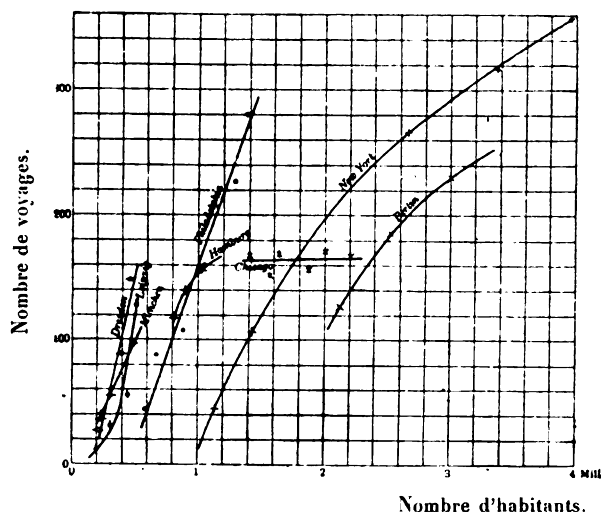



Fig. 5. — Nombre de voyages par tête d'habitant.

Ces courbes donnent le trafic pour quelques villes à différentes étapes de leur développement. La figure 5 représente le nombre de voyages par tête d'habitant en fonction du nombre d'habitants.

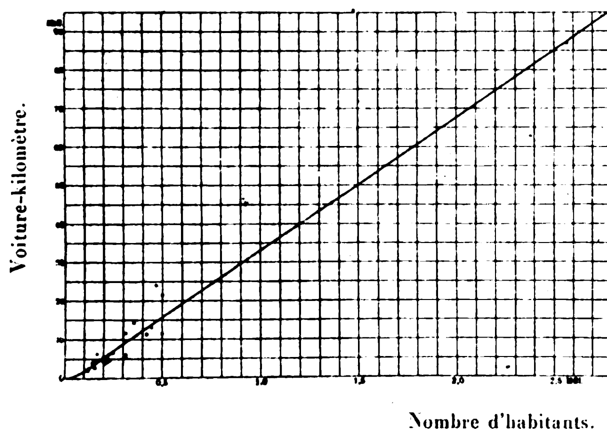



Fig. 6. — Capacité en voiture-kilomètre.

Mais pour juger exactement et complètement les divers développements de trafic, il serait nécessaire de tenir compte des conditions d'exploitation qui sont assez importantes et qui ne peuvent être déterminées en toute rigueur. La capacité en voitures-kilomètres en fonction du nombre d'habitants, varie suivant la même loi à peu près que le trafic lui-même (fig. 6). Il en résulte que la capacité par tête d'habitants serait tout d'abord représentée par une droite inclinée sur l'axe des abscisses (nombre d'habitants) et qu'ensuite cette droite resterait parallèle au dit axe. En réalité la loi de variation est un peu différente et on peut s'en convaincre en examinant les courbes de la figure 7. On constate ainsi une espèce de *saturation* du trafic avec l'accroissement de la population.

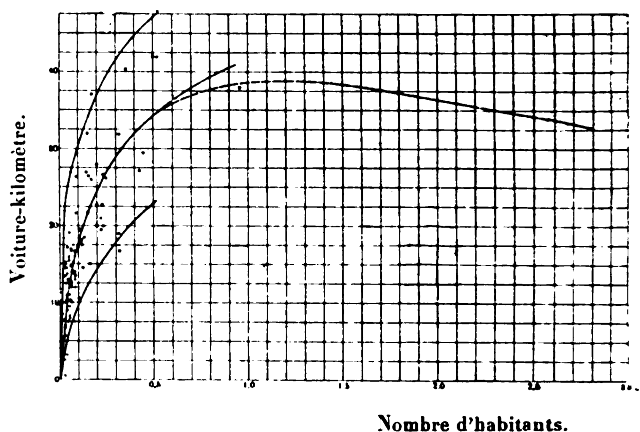



Fig. 7. — Capacité par tête d'habitant.

Il serait très important de déterminer la loi de variation du trafic avec l'étendue des villes et le nombre relatif d'habitations. Ce travail reste à faire.

On déduit des courbes qui précèdent le nombre de voitures-kilomètres correspondant à un trafic déterminé par tête d'habitants ; ce nombre commence à décroître à partir d'environ 75 millions de personnes transportées.

Pour obtenir l'influence de la saison annuelle sur le trafic, l'auteur indique encore le rapport du trafic mensuel le plus fort au trafic mensuel moyen.

| | |
|---|---|
| Berlin, 1891-1893. . . . . . . | 120 % |
| New-York, 1904. . . . . . . . . | 109 |
| Brooklyn, tramways. . . . . . . . | 118 |
| — métropolitain. . . . . . | 109 |
| Berlin, métropolitain, 1905-1906. . . | 116 |

La figure 8 donne enfin les variations du trafic pendant la journée ; la courbe en trait plein donne le trafic pour chaque jour de la semaine du nouveau tramway de New-York. La ligne hachurée représente le trafic quotidien et la ligne du pointillé le trafic du dimanche à Berlin. On pour-

**rait** facilement déduire de ces données la moyenne **des** variations quotidiennes de trafic en °/₀.

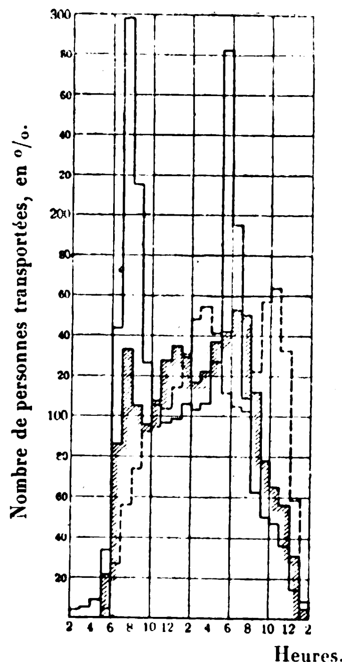



Fig. 8. — Trafic quotidien.

D'une non moindre importance serait la recherche des causes locales de variations quotidiennes, il faudrait pour cela comparer le trafic des villes ayant à peu près le même réseau, ayant même population, avec une répartition très différente des activités entre les diverses industries... Quoi qu'il en soit si ce travail demande à être complété et précisé, du moins il ouvre une voie intéressante, et fournit déjà quelques documents utiles.

L. G.

---

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

***Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines.*** — Note de MM. **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel,** présentée par M. J. Violle. — *Académie des Sciences,* du 18 novembre 1907.

1. Nous nous sommes proposé d'examiner si la propagation des courants téléphoniques sur des lignes réelles pouvait être suffisamment bien représentée par les formules classiques.

Pour cela, nous avons opéré avec des courants alternatifs à 250 à 500 périodes par seconde, fréquences usuelles des sons de la voix humaine. Les voltages utilisés ont été de l'ordre du volt et au-dessous, afin de rester dans les limites de fonctionnement des générateurs téléphoniques. Les lignes d'expérience, du type des lignes du réseau souterrain de Paris, étaient en fils de cuivre de 1 millimètre de diamètre isolé au papier.

Dans une précédente communication (¹), nous avons indiqué les appareils et les dispositifs adoptés pour mesurer les forces électromotrices et les intensités, en amplitude en en phase. Ces mesures étaient faites au départ, à l'arrivée et en cours de route.

Nous donnons aujourd'hui les premiers résultats de cette étude.

2. Soient L, C, R la capacité, la self-induction et la résistance de la ligne par unité de longueur comptée le long du double fil.

A l'époque $t$, et à une distance $x$ de l'origine, la différence de potentiel entre les deux fils E, et l'intensité du courant I, devraient satisfaire aux deux équations classiques de la télégraphie.

L'intégration de ces équations donne des résultats simples lorsqu'il s'agit d'un courant sinusoïdal se propageant sur une ligne infiniment longue dont la résistance est, en outre, suffisamment grande pour que, aux fréquences considérées, la self-induction de la ligne soit négligeable. On est bien dans ce cas avec les lignes souterraines du réseau de Paris pour lesquelles on a $L = 0{,}0004$ henry par kilomètre, $C = 0{,}040$ microfarad par kilomètre, et $R = 44$ ohms par kilomètre.

Moyennant ces hypothèses, l'intégration donne :

$$E = E_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \alpha x),$$

$$rI = E_0 e^{-\alpha x} \cos\left(\omega t - \alpha x - \frac{3\pi}{4}\right).$$

Dans ces formules, le facteur de proportionnalité, $r$, et la constante d'amortissement, $\alpha$, ont les valeurs :

$$r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}}, \qquad \alpha = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}.$$

Une conséquence très précise de ces formules consiste en ce que, *au départ, la différence de potentiel et l'intensité du courant doivent présen-*

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1209.

*ter un écart de phase de* $\frac{3\pi}{4}$, *quelles que soient les constantes de la ligne et la fréquence du courant.*

3. Voici, tout d'abord, quelques mesures faites sur une boîte de résistance de 100 000$^{\text{ohms}}$. Le bobinage y est fait en fil doublé, ce qui réalise assez bien le cas d'une ligne homogène sans self-induction, avec répartition uniforme de la capacité et de la résistance. Les bobines, essayées avec des courants à 500 périodes, ont donné :

| RÉSISTANCE EN COURANT CONTINU | IMPÉDANCE A 500 PÉRIODES | DIFFÉRENCE DE PHASE entre le courant et la force électromotrice. |
|---|---|---|
| 10 000 ohms. | 9 900 ohms. | tang $\varphi = 0{,}17$ |
| 20 000 — | 15 100 — | tang $\varphi = 0{,}64$ |
| 50 000 — | 14 600 — | tang $\varphi = 1{,}00$ |

Dans la dernière bobine, l'effet de capacité est devenu tout à fait prépondérant, elle se comporte comme une ligne téléphonique infinie [1]. *Si l'on coupait le fil en son milieu, le courant continuerait à traverser la bobine avec la même intensité, et il présenterait encore avec la différence de potentiel à l'entrée la même différence de phase* $\frac{3\pi}{4}$.

4. Réalisation de la ligne infinie. Intensité au départ. — Lorsqu'on envoie des courants à 500 périodes sur une ligne du type étudié, longue d'une soixantaine de kilomètres, le régime au départ est pratiquement le même que pour une ligne infinie : le courant au départ ne varie guère que de 1 % quand on ferme le circuit à l'arrivée.

On peut réaliser encore mieux la ligne infinie, même si l'on ne dispose que d'une ligne réelle plus courte, en fermant la ligne à l'arrivée, sur une capacité et une résistance choisies de manière à être équivalentes à la ligue elle-même ainsi complétée.

Notre ligne d'expérience avait 58$^{\text{km}}$,3. Pour la fréquence de 500 périodes par seconde, la ligne infinie a été trouvée équivalente à une résistance $\rho = 420$ ohms en série avec une capacité $\gamma = 0{,}77$ microfarad.

La différence de phase entre la force électromotrice et le courant au départ, déterminée expérimentalement, donnait tang $\varphi = 0{,}91$. Cette valeur concorde bien avec celle du produit $\omega\gamma\rho = 0{,}94$ calculée à l'aide des constantes de la ligne artificielle équivalente. L'angle $\varphi$ correspondant est $\varphi = -137°$ et ce nombre ne diffère pas sensiblement de la valeur théorique

$$\varphi = -\frac{3\pi}{4} = -135°.$$

Pour l'impédance de la ligne, l'expérience donne

$$r = \frac{\sqrt{1 + \omega^2\gamma^2\rho^2}}{\omega\gamma} = 607^{\text{ohms}}.$$

La valeur théorique se déduit des valeurs mesurées pour les constantes statiques de la ligne $R = 44^{\text{ohms}}$ et $C = 0{,}040$ microfarad par kilomètre. On trouve ainsi :

$$r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} = 603^{\text{ohms}}.$$

L'accord est, ici encore, tout à fait satisfaisant.

*Influence de la fréquence.* — La même ligne de 58$^{\text{km}}$,3 a pu aussi être étudiée avec des courants à 250 périodes ; mais l'isolement de la ligne était devenu imparfait et les mesures ont été plus incertaines. L'impédance de la ligne valait $r = 814^{\text{ohms}}$ au lieu de la valeur théorique

$$= \sqrt{\frac{R}{\omega C}} = 849^{\text{ohms}}.$$

La différence de phase entre la force électromotrice et le courant au départ a été trouvée conforme à la théorie, $\varphi = -134°$ au lieu de

$$\varphi = -\frac{3\pi}{4} = -135°.$$

[1] Dans les boîtes de résistance ordinaires, les bobines de 5 000 ohms à 500 ohms produisent encore des différences de phases appréciables, de l'ordre de tang $\varphi = 0{,}02$ à 500 périodes. Mais les bobines à enroulement spécial pour courants alternatifs, que les constructeurs fabriquent couramment, ne produisent que des différences de phases très faibles (tang $\varphi < 0{,}0005$).

# BREVETS

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Transmission élastique.*** — **Siemens-Schuckert-Werke.** — Brevet allemand n° 189 934.

Ce brevet se rapporte aux transmissions directes sans engrenages adoptées sur les locomotives puissantes. Entre l'essieu *a* (fig. 1) et

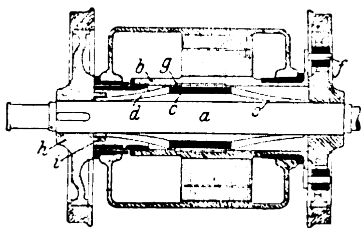



Fig. 1. — Transmission élastique.

l'arbre creux du moteur *b*, est intercalé un manchon *c* dont les extrémités *de* sont disposées en forme de ressorts recourbés. Le couple moteur est transmis de l'axe moteur *b* à l'essieu *a* au moyen de tampons *f*, tandis que les extrémités des ressorts *de* sont encastrées dans des logements *i* portés par les moyeux *h*.

***Système de collecteur.*** — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke A. G.** — Brevet allemand n° 190 679.

Avec les collecteurs de construction usuelle, par suite de la dilatation provenant de l'échauffement des lames, il se produit des allongements et rétrécissements successifs de la longueur de celles-ci, et il se forme ainsi rapidement

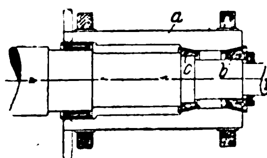



Fig. 1. — Système de collecteur.

un certain jeu entre le métal et l'isolant, ce qui peut entraîner de graves avaries. Pour remédier à cet inconvénient, le collecteur *a* (fig. 1) est pourvu à l'une de ses extrémités de deux anneaux coniques voisins *b* et *c*, qui servent à maintenir les lames à la manière ordinaire, tandis que l'autre extrémité peut se dilater librement suivant une direction parallèle à l'axe.

Des bagues extérieures, disposées à chaque extrémité suivant les procédés connus, donnent une rigidité suffisante à tout l'ensemble.

***Dispositif de couplage pour voitures pétroléo-électriques avec batterie tampon.*** — **Pieper.** — Brevet anglais n° 15 178 (1906).

Dans les voitures automixtes munies d'un moteur électrique à chaque roue, il peut arriver au démarrage, lorsque les moteurs sont groupés en série, que l'un d'eux se mette à patiner, sans que l'autre tourne.

Pour éviter cet inconvénient, le point de jonction entre les moteurs est relié au point médian de la batterie tampon, quand le combinateur de commande se trouve au couplage série. Dans un autre dispositif, la batterie est divisée en deux sections indépendantes alimentant chacune un moteur.

***Perfectionnements aux freins électromagnétiques.*** — **Stothert et Pitt, Ltd., et Heath.** — Brevet anglais n° 16 342.

Lorsqu'on utilise un frein actionné par solénoïde ou électro-aimant dans les appareils de levage commandés par des moteurs électriques, la mise en série permanente des enroulements magnétisants avec le moteur, dans le but de rendre le freinage automatique, a l'inconvénient de diminuer le rendement du système par suite des pertes supplémentaires. Le système proposé comporte un petit électro-aimant auxiliaire, en série avec l'électro-aimant principal, qui court-circuite l'enroulement de ce dernier dès que le frein est desserré ; en même temps il actionne un cliquet qui maintient le frein desserré tant que le courant circule dans le moteur.

Lorsque l'on coupe le courant, le cliquet ne retient plus le levier de commande du frein et celui-ci, sollicité par un poids ou un ressort, bloque le treuil.

***Procédé de traitement des tôles.*** — **Hadfield.** — Brevet anglais n° 2 377 (1907).

Pour accroître la perméabilité de certaines tôles en alliage et réduire les pertes par hysté-

résis, on les chauffe à une température comprise entre 700° et 800° centigrades pendant 10 heures ; on les laisse ensuite refroidir progressivement à raison d'une diminution de température de 10° centigrades par heure.

*Dispositif des pôles de commutation.* — **Felten** et **Guilleaume-Lahmeyerwerke A. G.** — Brevet anglais n° 4 045 (1907).

Pour diminuer les fuites magnétiques dans les pôles auxiliaires de commutation, la portion de ces pôles voisine de la culasse présente une section relativement grande et ne comporte aucun enroulement, celui-ci se trouvant localisé à l'extrémité des pôles, près de l'entrefer. Pour permettre de placer ainsi cet enroulement, l'espace supplémentaire nécessaire est obtenu en raccourcissant les bobines excitatrices des pôles principaux.

## MESURES

*Résistance électrique pour pyromètre.* — **Johnson.** — Brevet anglais n° 23 781 (1906).

Dans les pyromètres électriques usuels, il se produit souvent des troubles dus à l'oxydation des fils métalliques employés. Pour prévenir cette oxydation, les fils sont enroulés sur une baguette de quartz, et le tout est enfilé dans un tube mince, également en quartz.

Ce tube est ensuite fondu et protège ainsi les fils métalliques constituant le pyromètre.

*Indicateur de demande maxima.* — **Garrard** et **Ferranti.** — Brevet anglais n° 24 209 (1906).

Cet indicateur se compose de deux récipients clos cylindriques *b* et *d* (fig. 1) dont le premier contient une spirale en fil résistant *a*, montée en dérivation sur un shunt convenable intercalé sur le circuit à contrôler. Ces deux récipients communiquent entre eux par un tube en U *c*, muni à sa partie inférieure d'une boule *e* formant réservoir.

La partie inférieure des branches du tube et la boule sont remplies de mercure, et celui-ci est mis en communication avec l'un des pôles du shunt au moyen d'un fil *g* descendant dans la branche *c*. Dans l'autre branche se trouvent disposés une série de plots *f* reliés à des fusibles *h* dont les autres pôles sont tous en communication avec le second pôle du shunt. Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

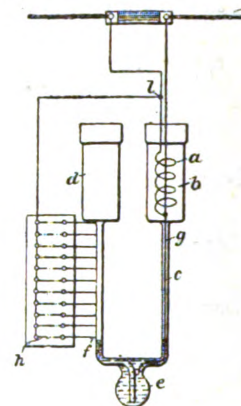



Fig. 1. — Indicateur de demande maxima.

Lorsque le courant augmente, la spirale *a* s'échauffe davantage et l'air contenu dans le récipient *b*, en se dilatant, oblige le mercure à monter dans la branche de gauche. Dès que ce mercure entre en contact avec l'un des plots *f*, le fusible correspondant, choisi de façon convenable, entre en fusion, et l'on peut ainsi, au moyen d'une graduation empirique, juger du courant maximum fourni à l'installation, d'après le rang du fusible le plus élevé rompu.

*Limitateur horaire automatique pour courant alternatif.* — **W. M. Mordey** et **A. C. Fricker.** — Brevet allemand n° 186 355.

Cet appareil est analogue à un compteur électrolytique. Dans le circuit à courant alternatif considéré, on intercale une source à courant continu de force électromotrice constante en série avec un bain électrolytique (dans certains cas ces deux appareils peuvent être réunis en un seul). Le bain est pourvu d'une anode soluble, de section uniforme, que l'on peut faire plonger dans l'électrolyte d'une quantité déterminée. Cet ensemble se comporte vis-à-vis du courant alternatif comme un conducteur ordinaire, tandis que le courant continu occasionne la dissolution de l'anode. Lorsque celle-ci est complètement dissoute, le courant alternatif est ainsi interrompu après une durée de fonctionnement fixée à l'avance.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont deux exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Die elektrischen Bahnen und ihre Betriebsmittel*** (Les chemins de fer électriques et leur exploitation), par **Herbert-Kyser.** — 1 vol. in-8 carré de 153 pages avec 73 figures et 10 planches hors texte. — FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN, éditeur, Brunswick. — Prix : broché, 5 m. 50 ; relié, 6 marks.

Ce volume appartient à la collection bien connue « Elektrotechnik in Einzel darstellungen », publiée sous la direction du Dr Benischke, et dont il forme le neuvième fascicule.

Son but est de présenter tous les éléments nécessaires pour un avant-projet d'une ligne à traction électrique, et il s'adresse plus spécialement aux jeunes ingénieurs débutants Étant donné ce but précis et l'ampleur du sujet traité, certains points ont dû forcément être traités sommairement, ou même omis, et tout détail sur la partie mécanique a ainsi été systématiquement écarté. L'auteur s'est attaché à ne fournir que des formules simples et pratiques, dont l'emploi n'exige que la connaissance des principes fondamentaux de l'électrotechnique ; il faut convenir qu'il a pleinement réussi et que son traité est d'une lecture très aisée et très attrayante. Voici d'ailleurs les divisions judicieuses adoptées :

Chapitre I. — Procédés d'alimentation des véhicules ; choix des tensions.
Chapitre II. — Moteurs de traction.
Chapitre III. — Régulation de la vitesse.
Chapitre IV. — Études des efforts moteurs et résistants ; choix de la puissance des moteurs.
Chapitre V. — Établissement des diagrammes de marche.
Chapitre VI. — Alimentation de la ligne de contact ; calcul des feeders.
Chapitre VII. — Production de l'énergie.

Dans les chapitres II, III et IV notamment, l'auteur donne quelques indications claires et intéressantes sur les moteurs et installations à courants alternatifs polyphasés et monophasés.

La documentation devait tenir une place importante dans un traité de ce genre, afin de permettre au lecteur de trouver tous les compléments utiles dans les nombreuses études parues sur le sujet. M. Kyser a su également bien remplir cette tâche ; l'on peut seulement regretter qu'il se soit borné, comme d'ailleurs nombre de ses compatriotes, à ne guère citer que des auteurs de sa nationalité.

J. B.

## VOLUMES REÇUS

***Fractional pitch windings for induction motors,*** par **C.-A. Adams, W.-K. Cabot** et **G.-Æ. Irwing.** — Extrait de *Annual Convention of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York.

***Handbuch der Elektrischen Beleuchtung,*** par **J. Herzog** et **Cl. Feldmann.** — 1 volume in-8 de 765 pages avec 707 figures. — JULIUS SPRINGER, éditeur, Berlin. — Prix : relié, 20 marks.

***Agenda Dunod 1908, Électricité,*** par **J.-A. Montpellier.** — 1 volume in-16 de 300 pages. — H. DUNOD et E. PINAT, éditeurs, Paris. — Prix : relié, 2 fr. 50.

***Les distributions publiques d'énergie électrique en France,*** par **J.-A. Montpellier.** — 1 volume in-4 de 568 pages avec plus de 100 cartes et figures. — H. DUNOD et E. PINAT, éditeurs, Paris. — Prix : relié, 25 francs.

***Sulla massa elettromagnetica,*** par **T. Levi-Civita.** — Rapport présenté à la *Société Italienne de Physique*, au Congrès de Parme, septembre 1907. — PIERACCINI, éditeur, Pise.

***Sur l'emploi des moteurs à combustion intérieure et à combustible liquide genre Diesel dans les distributions d'énergie électrique,*** par **C. Del Proposto.** — Extrait du *Bulletin de l'Association des Ingénieurs-Electriciens sortis de l'Institut Électrotechnique Montefiore*, Liège.

***Prescriptions de l'Association des Électriciens allemands pour l'exécution des centrales de distribution d'énergie électrique,*** traduites de l'allemand par **E. Allain-Launay.** — 1 volume in-8 de 89 pages. — Ch. BÉRANGER, éditeur, Paris et Liège. — Prix : broché, 3 francs.

***A dictionary of electric railway material, 1907.*** — 1 volume in-8 de 186 pages. — Mc GRAW PUBLISHING, éditeur, New-York.

***Die Gleichstrommaschine,*** t. II, par **E. Arnold.** — 1 volume in-8 de 601 pages avec 502 figures et 13 planches hors texte. — JULIUS SPRINGER, éditeur, Berlin. — Prix : relié, 20 marks.

# CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

## *Le X[e] Salon de l'Automobile* (*Suite*) (¹).

Quoi qu'il en soit, l'on constate que si les constructeurs français sont plus nombreux que jamais, les nations étrangères s'annoncent de plus en plus comme devant concurrencer très sérieusement notre industrie nationale. Parmi les nations étrangères les plus avancées, l'on doit citer l'Italie, l'Allemagne, la Belgique et la Suisse. L'Italie a continué l'effort remarquable poursuivi pendant ces trois dernières années ; les voitures italiennes sont en général d'une apparence très séduisante et leur prix relativement bas peut séduire bien des acheteurs. L'industrie automobile allemande, qui n'était guère représentée jusqu'à présent que par la célèbre firme Daimler-Mercédès, s'est développée considérablement cette année, et si les exposants allemands sont encore peu nombreux au Grand Palais, ils commencent à alimenter une partie notable du marché d'outre-Rhin. A ce propos, il est intéressant de signaler que deux des Sociétés de constructions électriques les plus importantes, l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft et les Siemens-Schuckert Werke se lancent dans la fabrication des véhicules industriels automobiles.

Quant aux constructeurs belges et suisses, ils présentent des châssis fort étudiés, et les derniers paraissent avoir acquis une véritable maîtrise dans la construction des camions et autobus. Suivant une habitude déjà ancienne, les maisons anglaises, à part deux ou trois exceptions, semblent vouloir se désintéresser complètement de l'exposition annuelle française ; elles sont cependant très nombreuses actuellement, ainsi qu'on peut en juger par l'exhibition de l'Olympia, à Londres, et après quelques essais fantaisistes, elles paraissent avoir établi des modèles sérieux et présentant même des perfectionnements de détail très appréciables. L'on connaît d'ailleurs la campagne acharnée menée en Angleterre depuis un an ou deux en faveur des automobiles entièrement construites dans ce pays.

A signaler l'excellente construction d'une marque espagnole, la Hispano-Suiza, qui avait déjà exposé l'an dernier.

Enfin, l'on remarque cette année la présence d'une maison américaine, la Ford, qui offre des voiturettes à 4 cylindres à des prix très avantageux. On sait que la plupart des marques américaines ont beaucoup étudié la question de la voiturette à bon marché, et les Cadillac, Ford, Oldsmobile, etc. se fabriquent déjà chaque année à des milliers d'exemplaires. Jusqu'à présent, cependant, la construction était souvent un peu légère, et les constructeurs persistaient à adopter pour leurs véhicules des dispositions par trop originales aux yeux d'une clientèle européenne. Il n'en est plus de même à l'heure actuelle, et la voiturette Ford notamment comporte un moteur vertical à 4 cylindres à l'avant, une transmission à cardan, etc.

C'est dire que là encore, aussi bien que pour les grosses voitures, nos constructeurs doivent s'efforcer de conserver l'avance que leur vaut dix années d'expérience.

Il est d'ailleurs certain que le salon actuel est assez rassurant à cet égard et, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, l'on y compte de nombreuses voiturettes françaises présentant le plus souvent des dispositions fort ingénieuses et convenant admirablement à ce genre de véhicules. Selon nous, la voiturette ne doit pas être une réduction de la grosse voiture ; certes, l'on peut bien en procédant ainsi obtenir des véhicules fonctionnant parfaitement, mais certains organes, la transmission en particulier, peuvent dans le cas de faibles puissances être simplifiés notablement ou même procéder de principes absolument spéciaux, applicables seulement dans ce cas.

L'on y gagne ainsi au point de vue du prix de revient, et par suite de vente, et, ce qui est d'un égal intérêt pour l'acheteur, au point de vue des frais d'entretien. Il ne faut pas oublier en outre que le propriétaire d'une voiturette doit le plus souvent faire fonction lui-même de mécanicien, d'où la nécessité d'un mécanisme aussi simple que possible.

(*A suivre.*) J. B.

(¹) Voir l'*Éclairage Électrique* du 30 novembre 1907, page *139*.

---

## TRACTION

### France.

*Alpes-Maritimes.* — La construction d'une ligne de tramways de Cagnes à Vence est à l'état de projet.

*Vienne.* — Le Conseil général a maintenu le pro-

gramme arrêté tendant à la construction des lignes : 1° Châtellerault, Chauvigny, Bouresse ; 2° Lencloître, Vouillé, Lusignan ; 3° Poitiers, Lavausseau.

*Haute-Vienne.* — L'établissement d'un réseau de tramways électriques est projeté : il comprendra les lignes suivantes :

1° De Limoges à Saint-Mathieu par ou près Aixe, Séreilhac, Saint-Laurent-sur-Gorre, Oradour-sur-Vayres et Cussac avec embranchement de Saint-Mathieu à Rochechouart par Vayres ;

2° De Limoges à Saint-Sulpice-les-Feuilles par ou près Baune, Bonnac, Compreignac, Saint-Pardoux, Saint-Symphorien, Roussac, Rançon, Châteauponsac, Saint-Sornin-Leulac, Saint-Hilaire-la-Treille et Arnac-la-Poste ;

3° De Limoges à Bussière-Poitevine par ou près Verneuil, Veyrac, Oradour-sur-Glane, Cieux, Blond, Mortemart, Vouic, Mézières-sur-Issoire, Saint-Martial et Saint-Barbant ;

4° De Limoges à Eymoutiers par ou près Boisseuil, Eypeaux, Saint-Paul, Saint-Bonnet, Linards, Châteauneuf, Neurie avec prolongement sur Peyrat-le-Château.

*Landes.* — Il est question d'établir une ligne de tramways de Mont-de-Marsan à Dax.

*Nord.* — La Compagnie des tramways de Valenciennes a présenté un rapport au Conseil général tendant à substituer sur son réseau la traction électrique à la traction à vapeur.

*Seine-et-Oise.* — Le Conseil municipal de Versailles a émis un avis favorable à l'enquête relative à la création d'un tramway électrique de Versailles à Rueil.

Le Conseil général a, de son côté, émis un avis favorable à l'établissement d'une ligne de tramways de Vaujours à Livry.

*Tunisie.* — Le projet d'établissement d'une ligne de tramways de Tunis à La Goulette est à l'étude.

### Belgique.

La traction électrique va être appliquée sur le réseau de tramways rayonnant autour de Louvain vers Jadoigne, Tervueren et Diest. En outre, l'on va établir cinq lignes nouvelles.

### Russie.

L'administration du Sud-Ouest de Russie vient de passer une commande de matériel roulant de 8 millions de roubles à la Société de construction et de location de matériel de chemins de fer fondée par la Banque française pour le commerce et l'industrie de Paris.

### Suisse.

Le canton de Fribourg, vient de décider le programme de la construction de chemins de fer électriques régionaux. Jusqu'à présent la ville de Fribourg, établie sur la rive gauche de la Sarine, était reliée à la rive droite par des routes cantonales qui franchissaient le ravin très encaissé de la Sarine par des ponts suspendus assez légers et fort coûteux comme entretien. Le premier des chemins de fer nouveaux va relier Fribourg à la Gruyère et pour l'exécuter il sera nécessaire de construire un pont en maçonnerie qui, en raison de la distance à franchir et de la hauteur à laquelle on franchira, aura d'imposantes proportions. On en estime les dépenses à 3 millions au moins.

Une autre voie reliera Fribourg au district de la Singine où l'agriculture a pris de très grands développements ; on est assuré dès le début d'un trafic assez important.

### Espagne.

La Compagnie des chemins de fer du Sud de l'Espagne a l'intention d'appliquer la traction électrique sur une ligne de son réseau d'une longueur de 25 kilomètres. Le matériel serait, paraît-il, déjà commandé.

La Société des tramways de Santander a demandé la concession d'un tramway électrique pour relier Santander-Astillero avec les lignes des environs.

### Pays-Bas.

Le Gouvernement néerlandais a soumis aux États Généraux, un projet de loi aux fins d'accorder un subside de 60 000 florins, sans paiement d'intérêt, pour la construction d'un chemin de fer de Weert à la frontière belge dans la direction de Maeseyck.

Le coût de ce chemin de fer est évalué à 180 000 florins. La ligne aura une longueur de 20 kilomètres, dont 9 1/2 sur le territoire néerlandais.

Une concession a été accordée à la ville de Maestricht par le Ministère du Waterstaat pour la construction d'un chemin de fer de Maestricht à la frontière belge vers Tongres.

Le Gouvernement a aussi déposé aux États Généraux un projet de loi ayant pour but d'accorder un subside important au concessionnaire des lignes de

tramways Gorredijk, Assen, Steenwijk, Oosterwolde, et Meppel Smilde ; ces tramways auront une longueur de 110 kilomètres.

Le *Nieuwe Rotterdamsche Courant* annonce que le Gouvernement a proposé à la Deuxième Chambre des Etats Généraux d'accorder un crédit de 140 000 florins pour la construction et l'exploitation d'une ligne de chemin de fer de Erm à Ter Apel par Emmen.

La longueur de cette ligne sera de 24 kilomètres et demi. Les frais de l'entreprise se monteront à 420 000 florins.

Le *Telegraaf* annonce qu'il est question d'établir un tramway électrique sans rails d'Utrecht à Haarlem. Ce sera le premier des tramways de ce genre qui circulera dans les Pays-Bas.

## TÉLÉGRAPHIE

### *La station de télégraphie sans fil de Glace Bay.*

Nous avons déjà parlé plusieurs fois de cette importante station Marconi qui communique avec celle de Clifden (Irlande). Voici quelques détails complémentaires que nous empruntons à *l'Electrical World*.

Les tours ont 215 pieds de hauteur et les petits mâts qui se trouvent au sommet ont une hauteur de 50 pieds, soit un total de 265 pieds. Les fils aériens, au nombre de 50 environ, sont maintenus à peu près horizontalement par les mâts et s'étendent à plusieurs centaines de pieds dans la direction de l'ouest, tandis que du côté de l'est ils retombent aux pieds des tours afin de pénétrer dans le bâtiment où sont placés les appareils ; l'on utilise ainsi le procédé de direction des ondes dû à M. Marconi.

Au moment de l'établissement de la station, on avait l'intention d'employer des fils aériens radiaux, et à cet effet les tours étaient surmontées de 8 et 16 mâts, disposés en cercle, d'une hauteur de 175 pieds chacun, mais cette disposition a été écartée dans la suite, de telle sorte que l'on emploie seulement 4 tours et 4 mâts.

A la station de Clifden, l'antenne est supportée par 6 mâts.

Le personnel de la station de Glace Bay est ainsi composé : un directeur, quatre électriciens, quatre télégraphistes, deux ingénieurs, deux chauffeurs, deux mécaniciens, deux charpentiers et deux manœuvres pour l'entretien et la réparation de l'antenne. Tous ces employés et leurs familles forment une petite colonie établie sur la falaise.

L'usine génératrice comporte une machine à vapeur Browett de 500 HP à condensation, accouplée directement à un alternateur triphasé de 350 K. W. à 2 000 volts ; ordinairement 70 K. W. suffisent pour la transmission, et l'on obtient déjà des signaux suffisamment puissants pour ne pas être altérés par les perturbations atmosphériques normales. M. Marconi a l'intention de décrire cette installation à l'une des prochaines séances de The Royal Institution, à Londres.

***

Les Japonais ont établi en Mandchourie plusieurs lignes télégraphiques, à Yinghow et dans diverses autres villes ; ces lignes sont reliées à la ligne télégraphique du chemin de fer de Dalny et de ce fait en communication avec le Japon et les autres pays. Des messages sont acceptés pour tous les pays du monde au tarif japonais. La Chine et le Japon sont en négociations au sujet des lignes télégraphiques des chemins de fer du Sud et de la Mandchourie. La Russie a signé une convention avec la Chine au sujet des lignes télégraphiques des chemins de fer du Nord de la Mandchourie.

## DIVERS

### *Congrès de l'Union Internationale de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local.*

Le prochain congrès de l'Union internationale de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local se tiendra à Munich au mois de septembre 1908.

Voici les questions qui seront portées à l'ordre du jour :

A. — *Questions à discussion.*

1° Usure ondulatoire des rails.

Rapport présenté par une commission internationale composée de MM. Boulvin, directeur général de la Compagnie générale de Tramways et d'Électricité, Bruxelles ; Busse, ingénieur en chef des tramways de Berlin ; Culin, ingénieur en chef des tramways de Hambourg ; d'Hoop, directeur des services techniques de la Société « Les Tramways Bruxellois » ; Dubs, directeur des tramways de

Marseille; Fischer, directeur général des usines Phœnix, à Ruhrort; Mariage, ingénieur en chef, directeur des services techniques de la Compagnie générale des Omnibus, à Paris; t'Serstevens, secrétaire général de l'Union internationale.

2° Production de l'énergie électrique. Avantages comparés des machines à vapeur à mouvement alternatif, des turbines à vapeur, des moteurs à gaz, des moteurs Diesel, etc., dans les installations d'usines de force pour traction électrique. Prix de revient comparés.

Rapporteur : M. Rizzo, ingénieur, sous-directeur de la Société générale de chemins de fer économiques, Bruxelles.

3° Avantages et inconvénients des différents types de voitures (voitures motrices, voitures d'attelage) dans les exploitations de tramways (voitures à boggies à un et à deux essieux, voitures à essieux radiaux, voitures convertibles, voitures mixtes [mi-ouvertes, mi-fermées], voitures à plate-forme centrale, etc.).

Rapporteur : M. Spängler, ingénieur, directeur des tramways municipaux de Vienne.

4° Données nouvelles, perfectionnements et dépenses d'exploitation des parties constitutives des freins en usage dans les exploitations de tramways électriques.

Rapporteurs : MM. Petit, ingénieur, chef de division à la Société nationale des Chemins de fer vicinaux, Bruxelles; Scholtes, ingénieur, directeur des tramways municipaux de Nuremberg; Schörling, ingénieur en chef des tramways de Hanovre.

5° Résultats obtenus par l'emploi de compteurs de courant et autres sur les voitures de tramways. Primes d'économie de courant.

Rapporteurs : MM. Battes, directeur des tramways municipaux de Francfort-sur-Mein, et Otto, ingénieur en chef des tramways de Berlin.

B. — *Questions documentaires.*

6° Renseignements et résultats comparatifs obtenus par l'emploi de la traction électrique sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local.

Rapporteur : M. Reichel, professeur d'électrotechnique appliquée à l'École polytechnique de Berlin.

7° Durée et usure, d'après les parcours effectués, des parties essentielles du matériel roulant avant leur remplacement.

Rapporteur : M. Stahl, directeur des tramways municipaux de Dusseldorf.

8° Avantages et inconvénients des autobus. Leurs résultats d'exploitation.

Rapporteurs : MM. Mauclère, directeur des ateliers de construction de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, et Otto, ingénieur en chef des tramways de Berlin.

9° Graissage des coussinets dans les voitures motrices des tramways. Graissage des engrenages.

Rapporteur : M. Julius, directeur de la Compagnie de chemins de fer électriques à Haarlem.

10° Construction des voies de chemins de fer d'intérêt local au point de vue spécial : *a*) des dimensions et du poids des traverses; *b*) de l'épaisseur du ballast; *c*) du profit des rails; *d*) de l'emploi des traverses métalliques et en béton armé; *e*) de l'entretien et de la surveillance de l'éclissage.

Rapporteur : M. C. de Burlet, directeur général de la Société nationale des chemins de fer vicinaux, Bruxelles.

11° Types de locomotives à vapeur pour chemins de fer d'intérêt local, spécialement pour voie à l'écartement réduit. Résultats obtenus par les locomotives compound et à vapeur surchauffée. Locomotives pour combustibles autres que le charbon.

Rapporteurs : MM. H. von Littrow, ingénieur, chef de la traction aux chemins de fer de l'État autrichien, Trieste, et H. Heimpel, ingénieur en chef de la Compagnie des chemins de fer d'intérêt local de la Bavière, Munich.

12° De l'emploi des voitures automobiles et automotrices sur les lignes de chemins de fer en général et spécialement sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local.

Rapporteur : M. E. A. Ziffer, président des chemins de fer de la Bukowine, Vienne.

C. — *Conférence.*

13° Importance économique des grandes centrales régionales au point de vue du développement des chemins de fer d'intérêt local à traction électrique.

Rapporteur : M. O. Petri, directeur de la Société d'électricité Schuckert et Cº et des établissements Siemens-Schuckert, Nuremberg.

*
* *

L'on annonce que trois grammes de radium ont été obtenus dernièrement dans le laboratoire de l'Université de Vienne. C'est la plus grande quan-

tité produite jusqu'ici, et, pour l'obtenir, il a fallu employer 10 tonnes de minerai qui avaient été données par le gouvernement autrichien à l'Académie des sciences et qui provenaient des mines de Joachimthal, en Bohême.

Des expériences importantes vont être faites au laboratoire de Vienne pour contrôler les théories de sir W. Ramsay, d'après lesquelles le radium et les émanations du radium peuvent être convertis en d'autres éléments, particulièrement en hélium et en lithium. L'Académie des sciences de Vienne va prêter une fraction de gramme de radium à sir William Ramsay, en reconnaissance des grands services rendus par le savant anglais en ce qui concerne les découvertes relatives au radium.

## LÉGISLATION

La Chambre de commerce de Mâcon (Saône-et-Loire) est autorisée, par décret du 29 novembre, à avancer à l'État une somme de 8635 francs en vue de l'établissement des circuits téléphoniques Laizé-Blany, Blany-Hurigny et réseau à Blany, Hurigny-Mâcon et réseau à Hurigny, et d'un réseau téléphonique à Saint-Christophe-en-Brionnais.

***

La Chambre de commerce d'Oran est autorisée, par décret du 29 novembre, à avancer au gouvernement général de l'Algérie une somme de 43510 francs en vue de la construction des circuits téléphoniques Marnia-Nemours (28000 francs), Mascara-Tizi-Aïn-Fekan (14650 francs) et d'une cabine téléphonique à Mascara-gare (950 francs).

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Société des produits alumineux.* — Le 28 octobre a été constituée la Société des produits alumineux, dont les fondateurs sont la Métallurgique d'aluminium et les administrateurs de cette dernière.

Cette société a pour but de reprendre l'actif de la société l'Alumine et ses dérivés, société française en liquidation, l'exploitation éventuelle des brevets pour la fabrication de l'alumine, de l'aluminium, l'exploitation de concessions de bauxites, etc., etc.

La société, dans ce but, a créé un capital de 460000 francs d'actions de capital, ainsi que 5000 actions ordinaires sans désignation de valeur, destiné à racheter la totalité des obligations (propriété de la Société métallurgique d'aluminium).

L'augmentation autorisée de 1900000 francs d'actions de capital et 15000 actions ordinaires est destinée à effectuer successivement la reprise de l'usine de Givors, des brevets français, la remise en état et en marche de cette usine, à l'exploitation de concessions de bauxites et à la création du fonds de roulement nécessaire.

Dès à présent la nouvelle société est en pourparlers pour la formation du capital destiné à la réalisation de ce programme. Dans ce capital sont prévus 300000 francs d'actions de capital et 3000 actions ordinaires destinés à la reprise, à la société l'Alumine et ses dérivés, de tout son actif. De cette manière, la Société métallurgique d'aluminium aura repris pour sa valeur l'actif de cette dernière société et pourra valoriser ces brevets en France. Le surplus des actions est destiné à former le fonds de roulement et à s'assurer pour longtemps la bauxite de qualité avantageuse et en grande quantité.

*Chemins de fer Nord-Est de l'Espagne.* — Sous le patronage de l'Union des tramways, à Bruxelles, a été constituée le 10 octobre 1907, une société portant cette dénomination. Elle a pour objet, comme l'indique son titre, la construction et l'exploitation, dans la région nord-est de l'Espagne, de toutes lignes de chemins de fer et d'entreprises de transport, quel que soit leur mode de traction, et plus spécialement, comme début de ses opérations, la construction et l'exploitation d'une ligne directe de Barcelone à Manresa, dont la concession est apportée par l'Union des tramways susdite.

Le capital est de 6 millions de francs, représenté par 24000 actions privilégiées de 250 francs souscrites et libérées de 10 %, dont 23390 par l'Union des tramways. Il a été créé, en outre, 60000 actions ordinaires sans mention de valeur qui ont été attribuées à cette dernière en rémunération de son apport.

La répartition des bénéfices se fera sur les bases suivantes : après dotation de la réserve, il sera prélevé la somme nécessaire pour attribuer aux actions privilégiées un premier dividende de 6 %, puis du surplus il sera alloué 1 1/2 % à chaque administrateur et 1/2 % à chaque commissaire. Le solde sera d'abord affecté à fournir aux actions ordinaires un premier dividende de 4 % et le reste sera réparti par moitié aux actions privilégiées et aux actions ordinaires. Partie de ce deuxième dividende pourra être

affecté à la formation d'un fonds spécial de prévoyance et de reconstitution du capital. Ce fonds pourra être appliqué à l'amortissement des actions privilégiées, par voie de tirage au sort au taux de 250 francs, ou par rachat en Bourse selon ce qui sera décidé par le conseil d'administration ; lorsque toutes les actions privilégiées auront été amorties, ce fonds sera affecté à l'amortissement des actions ordinaires, soit par tirage, au taux de 100 francs, soit par rachat en Bourse au-dessous de ce taux. Les titres ainsi amortis, tant privilégiés qu'ordinaires, seront remplacés par des actions de jouissance (ou seront estampillés comme telles) conférant les mêmes droits que les actions qu'elles remplacent, sauf celui au premier dividende. En cas de rachat, les actions de jouissance correspondant aux actions rachetées resteront dans le portefeuille de la société.

Enfin, en cas de dissolution, et après apurement des charges, les produits seront affectés au remboursement d'abord des actions privilégiées non amorties, au pair de leur libération, puis des actions ordinaires au taux de 100 francs. Le surplus sera partagé par moitié entre les deux catégories de titres ou les actions de jouissance qui les remplacent.

*Societa Italiana Oerlikon, Milan.* — Le bilan au 30 juin 1907 présenté à l'assemblée générale accuse un dividende de 35 francs par action, soit 7 %.

*Tramways de Rome-Civita-Castellana-Viterbe.* — L'assemblée du 4 novembre a ratifié la proposition d'un dividende de 4 francs aux 13 000 actions anciennes que nous avons déjà signalée. Une somme de 28 656 francs est affectée à l'amortissement du compte de premier établissement.

La nouvelle ligne électrique en construction sera achevée dans deux ans environ.

*Société russe pour le développement des moyens de transport et leur exploitation en Russie.* — Nous avons annoncé dans notre numéro du 21 septembre dernier, la constitution de cette société, au capital de 3 millions de roubles, qui se propose l'achat, la vente, la prise à bail, la location de locomotives, wagons de chemins de fer et de tramways, automobiles, etc., l'acquisition et l'exploitation de fabriques pour la réparation et la construction de tous moyens de transport par terre et par eau, la participation à d'autres entreprises similaires, et la conclusion de tous contrats pour la mise en valeur de son matériel.

Les statuts de cette société viennent d'être approuvés par le conseil des ministres.

*Laminoirs de cuivre et Cartoucheries de Toula.* — Le dividende de l'exercice écoulé vient d'être définitivement fixé à 12 roubles, contre 18 r. 75 l'année dernière.

*Canadian general electric Company, à Toronto.* — Émission de 2 000 000 de dollars en actions cumulatives de préférence 7 %, à Amsterdam, au Broekman's Effectenkantoor.

*Baume et Marpent.* — Voici le bilan au 30 juin 1907 présenté à l'assemblée générale du 31 octobre :

ACTIF

| | | |
|---|---|---|
| Immeubles et matériel | 1fr | » |
| Caisse | 5 111 | 36 |
| Portefeuille | 277 908 | 35 |
| Débiteurs | 9 883 877 | 03 |
| Actions en dépôt | 122 500 | » |
| Marchandises en voie de fabrication et en magasin | 5 616 007 | 77 |
| | 15 905 495fr | ,51 |

PASSIF

| | | |
|---|---|---|
| Capital | 3 000 000fr | » |
| Réserve | 412 000 | » |
| Créditeurs | 8 160 151 | 62 |
| Effets à payer | 3 230 100 | 13 |
| Cautionnements déposés par les administrateurs et commissaires | 122 500 | » |
| Solde du compte, profits et pertes, exercice 1905-1906 | 93 | 36 |
| Bénéfices de l'exercice 1906-1907 | 980 150 | 40 |
| | 15 905 495fr | ,51 |

Le rapport annuel signale que le carnet d'ordres s'élevait au 30 juin à 36 millions de francs, ce qui représente environ un an et demi de fabrication engagée, naturellement, à bon prix ; pendant la période d'exécution, les matières premières ont, semble-t-il, plus de chance de baisser que de hausser encore, voire même de se maintenir, et généralement les ateliers de construction ne passent pas d'achats de fournitures pour des périodes aussi étendues.

*Societa Siderurgica di Savona, Italie.* — A l'assemblée générale tenue à Genève, le bilan au 30 juin 1907 a été approuvé ; il en ressort un bénéfice de 2 399 871 fr. 45 qui sera réparti ainsi : 5 % au fonds de réserve, 119 993 fr. 57 ; au conseil d'administration 113 993 fr. 89 ; aux actionnaires (24 francs par action) 2 160 000 francs ; report à nouveau 5 883 fr. 99.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 17 décembre, à 2 heures, à la mairie d'*Angoulême*, fourniture de câbles, fils et appareillage pour canalisations électriques à la poudrerie d'Angoulême, 3 300 francs.

Le 18 décembre 1907, direction des forges de l'artillerie, *Paris*, fourniture de fonte neuve de moulage, d'acier en barres, de canons de forge, de tôle d'acier au nickel ; d'étain, de plomb et de plomb antimonieux en saumons ; de cuivre en feuilles, de laiton en feuilles et en barres, de fer-blanc et de zinc en feuilles et de matériel de voie, divisée en 21 lots.

Le cahier des charges et les pièces du marché sont déposés dans la salle d'adjudication, avenue de Saxe, n° 2, ainsi que dans les bureaux des sous-directions des Forges du Centre, à Nevers ; de l'Est, à Besançon ; du Midi, à Toulouse ; du Nord, à Mézières, et de l'Ouest, à Rennes.

### Belgique.

Le 17 décembre, à la maison communale, à *Flémalle-Haute* (*Liège*), établissement de la distribution de l'énergie électrique nécessaire à l'administration communale et aux particuliers pour l'éclairage, la force motrice et autres applications ; caut. : 5 000 fr.

Le 17 décembre, à la maison communale, à *Chokier* (*Liège*), établissement de la distribution de l'énergie électrique nécessaire à l'administration communale et aux particuliers pour l'éclairage, la force motrice et autres applications ; caut. : 1 500 francs.

Le 17 décembre, à la maison communale, à *Engis* (*Liège*), établissement de la distribution d'énergie électrique nécessaire à l'administration communale et aux particuliers pour l'éclairage, la force motrice et autres applications ; caut. : 3 000 francs.

Le 17 décembre, à la maison communale, à *Jemeppe-sur-Meuse* (*Liège*), adjudication-concours pour l'établissement de l'énergie électrique nécessaire à la commune et aux particuliers pour l'éclairage et autres applications.

Le 18 décembre 1907, Société nationale des chemins de fer vicinaux, rue de la Science, 14, à *Bruxelles*, ouverture publique des soumissions pour la construction de la section de Pecq (station) à Belleghem (Kruisstraat) du chemin de fer vicinal de Courtrai à Pecq. Montant du devis, 261 059 fr. 89. Cautionnement, 26 000 francs.

Le 29 janvier 1908, Société nationale des chemins de fer vicinaux, rue de la Science, 14, à *Bruxelles*, ouverture publique des soumissions pour l'entretien et l'exploitation du chemin de fer vicinal de Comblain-la-Tour-Manhay-Melreux.

### Bulgarie.

Prochainement, au ministère du Commerce et de l'Agriculture, à *Sophia*, établissement d'installations électriques dans les charbonnages de Pernik, 1 million de francs.

### Roumanie.

Prochainement, au ministère des Travaux publics, à *Bucarest*, adjudication pour l'établissement d'un chemin de fer de Tulcea à Constanza.

### Turquie.

Prochainement, à la direction des chemins de fer orientaux, à *Constantinople*, adjudication pour l'établissement d'une nouvelle station centrale à Salonique.

### Espagne.

Le 20 décembre 1907, à la direction générale des Postes et Télégraphes, à *Madrid*, adjudication de l'exploitation des Services téléphoniques urbains de Séville et de Malaga.

La durée de l'exploitation est fixée à douze ans.

Les prix limites des abonnements sont fixés ainsi qu'il suit :

1° Service téléphonique de Séville :

| | | |
|---|---|---|
| Première catégorie : | 120 | pesetas ; |
| Deuxième | — 150 | — |
| Troisième | — 150 | — |
| Quatrième | — 200 | — |

Abonnement de la presse : 80 pesetas.

2° Service téléphonique de Malaga :

| | | |
|---|---|---|
| Première catégorie : | 90 | pesetas ; |
| Deuxième | — 120 | — |
| Troisième | — 120 | — |
| Quatrième | — 180 | — |

Abonnement de la presse : 60 pesetas.

On doit adresser les offres à la Direction générale des Postes et Télégraphes à Madrid.

CHARTRES — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT.

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 21 Décembre 1907. 14e Année. — N° 51.

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



# COMPARAISON ENTRE LE SYSTÈME DE TRANSMISSION MÉCANIQUE DES AUTOBUS ET LA TRANSMISSION ÉLECTRIQUE *(Fin)* (1).

### *Description générale de l'équipement électrique B. T. H.*

Le moteur à explosion d'une puissance de 28 chevaux à 850 tours par minute peut développer 34 chevaux à 1 100 tours. Un régulateur à force centrifuge, agissant sur l'admission, est réglé pour réduire la vitesse, au ralenti, à 400 tours par minute.

Sur le prolongement du carter du moteur à pétrole est centrée et fixée la carcasse de la génératrice A (fig. 2). L'induit est accouplé rigidement à l'arbre manivelle, et son moment d'inertie est suffisant pour remplacer le volant.

En bout de la génératrice est disposée une excitatrice B. La génératrice est d'une puissance moyenne de 15 kilowatts, cette puissance débitée restant constante quand le voltage aux bornes varie de 130 à 65 volts, sans qu'il en résulte une variation sensible de la vitesse du groupe.

L'induit de l'excitatrice est connecté en série avec les inducteurs de la génératrice, et dans ce circuit inducteur est insérée une petite résistance R variable. Le flux inducteur de la génératrice est la résultante de trois excitations : 1° excitation shunt, 2° excitation indépendante obtenue par l'excitatrice, et 3° excitation anticompound provoquée par réaction d'induit. Ces différentes excitations sont proportionnées pour obtenir l'autorégulation, c'est-à-dire une puissance débitée constante entre des limites étendues du courant sans

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, du 7 décembre 1907, p. 325.

qu'il en résulte une variation de vitesse supérieure à 5 °/₀, en plus ou en moins de la vitesse normale.

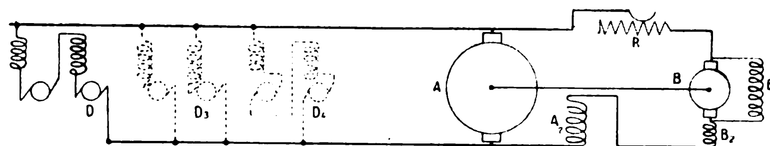



Fig. 2. — Schéma des connexions de la transmission électrique de la British Thomson-Houston C°. — A, génératrice; $A_2$, inducteurs; B, excitatrice; $B_2$, inducteurs série; $B_3$, inducteurs shunt; R, résistance variable; D, moteurs, marche avant, couplage série; $D_3$, moteurs, marche avant, couplage parallèle; $D_4$, moteurs, marche arrière, couplage série.

L'excitatrice B est compoundée par un enroulement $B_2$ pour éviter son inversion dans le cas où la génératrice s'amorcerait plus rapidement.

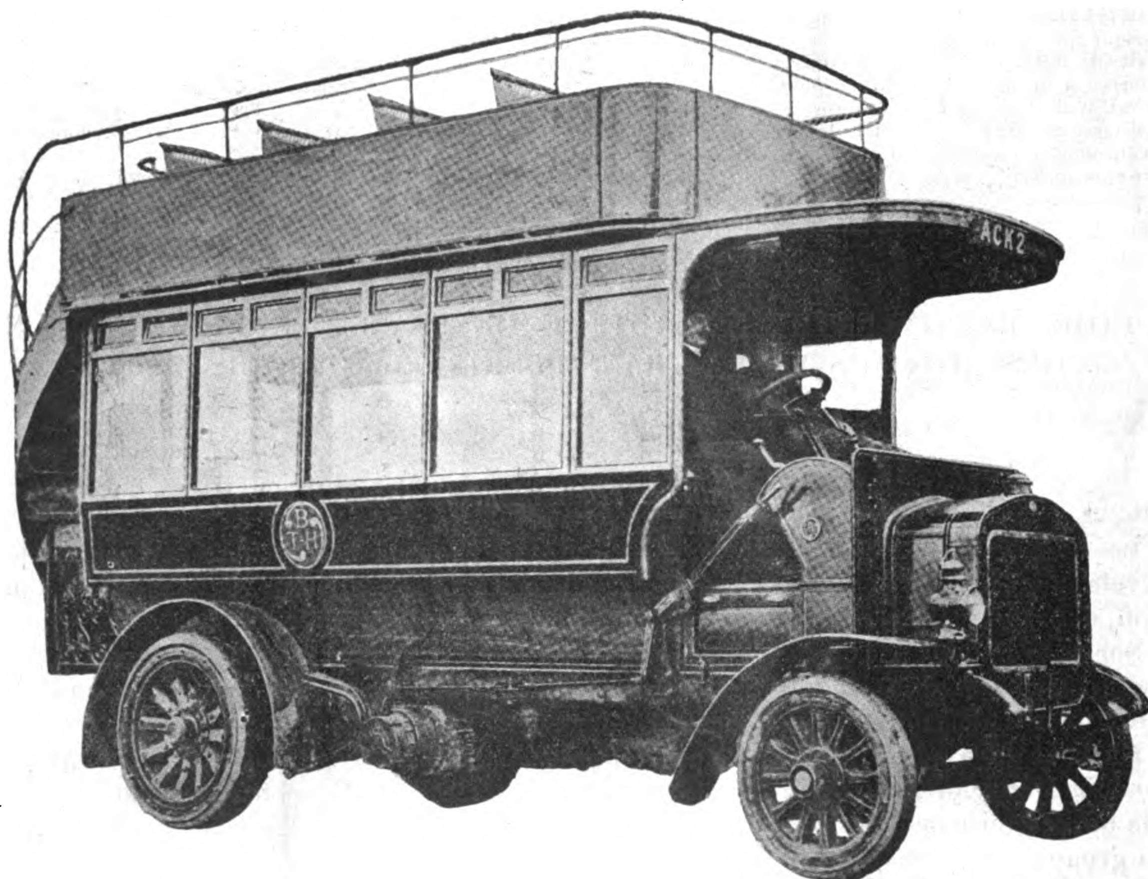



Fig. 3. — Autobus à transmission électrique de la British Thomson Houston C°.

La génératrice alimente deux moteurs série, chacun d'une puissance moyenne de 7,5 kilowatts et variant de 1 400 à 500 tours par minute, lorsque, la puissance restant constante le voltage décroît de 130 à 65 volts. Chaque moteur entraîne un arbre intermédiaire par une réduction par engrenages à chevrons hélicoïdaux, duquel la puissance est transmise par chaîne à la roue motrice arrière correspondante. L'emplacement de ces moteurs est visible sur la figure 3 qui donne une vue d'ensemble de l'autobus.

A la droite du wattman est montée, dans la position habituelle du changement de vitesse, la boite de commande (Fig. 4). Le mouvement de son levier $C_1$ est transmis au combinateur qui occupe sous le châssis une position permettant de réduire au minimum la longueur des câbles de connexion.

Ce combinateur permet les couplages suivants :

| | | |
|---|---|---|
| 1° 1re vitesse avant : | moteurs couplés | en série ; |
| 2° 2e vitesse avant : | — | en parallèle ; |
| 3° Position d'arrêt ; | | |
| 4° Marche arrière : | — | en série ; |

Dans la boîte de commande est fixée la petite résistance R (Fig. 2 et 4) dont on peut faire varier la valeur par l'intermédiaire d'un balai frottant sur une série de contacts $E_2$.

Une pédale est reliée au régulateur et au frotteur précité. Quand elle est complètement abaissée, le régulateur est mis en action et règle à 400 tours par minute la vitesse du moteur à pétrole ; en même temps la résistance R est insérée entière dans le circuit d'excitation de la génératrice.

Ces deux causes, désamorçant la génératrice, réduisent à une valeur négligeable le voltage à ses bornes. Aucun courant appréciable ne traverse les moteurs à l'arrêt de l'omnibus.

En laissant revenir lentement la pédale, le premier mouvement a pour effet de court-circuiter la résistance R, permettant ainsi au voltage de la génératrice de s'accroître et de provoquer dans le circuit des moteurs un courant suffisant pour démarrer le véhicule.

Par suite de la constante de temps d'établissement du courant d'excitation, le voltage croît régulièrement mais avec une vitesse suffisante pour obtenir une accélération rapide de l'omnibus, le moteur à pétrole étant toujours réglé à la vitesse de 400 tours par minute.

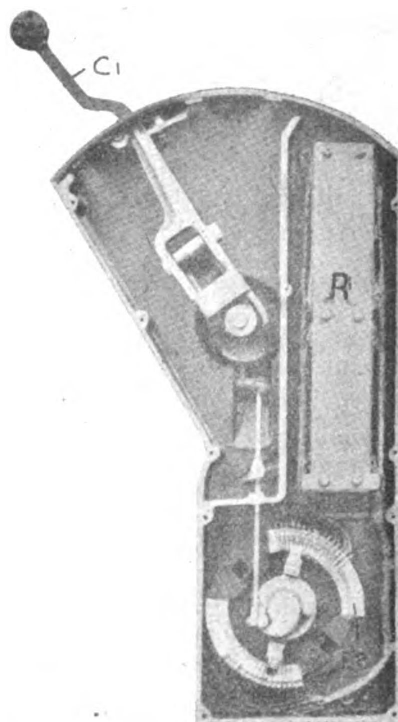


Fig. 4. — Boîte de commande ouverte.

En laissant revenir complètement la pédale à sa position extrême, le régulateur est mis hors d'action, permettant au moteur à explosion d'accroître sa vitesse jusqu'à celle normale, soit 850 tours par minute, et l'omnibus atteint alors sa pleine vitesse.

Quoique l'action du régulateur soit complètement supprimée, la vitesse du moteur à explosion est limitée, par l'action du couple résistant de la génératrice électrique, à la valeur normale fixée.

Le couple à développer aux roues motrices est lié au profil de la route ; le courant d'alimentation des moteurs électriques doit donc croître dans les rampes, et d'autant plus que la rampe est plus accentuée.

La génératrice fournit automatiquement le courant nécessaire sans action de la part du conducteur, le voltage décroissant en raison inverse du courant. La génératrice fonctionne ainsi à puissance et vitesse pratiquement constantes, c'est-à-dire à couple constant.

Donc, quelle que soit la valeur de la côte, dans les limites pratiques bien entendu, la

vitesse du moteur à pétrole est toujours constante, et l'ensemble de l'équipement électrique agit automatiquement de façon que le couple transmis aux roues motrices soit en raison inverse de la vitesse du véhicule.

Il est à remarquer que dans toutes les manœuvres nécessitées par la conduite de l'omnibus, aucune résistance n'est utilisée dans le circuit principal. Seule, la petite résistance de champ mentionnée ci-dessus est utilisée, mais n'absorbe environ que 1/4 pour °/₀ de l'énergie du moteur à pétrole, par conséquent une énergie pratiquement négligeable. D'ailleurs, pendant le fonctionnement normal de l'omnibus, elle est entièrement hors circuit.

Un point important de l'équipement électrique est l'obtention de l'arrêt et du démarrage du véhicule sans agir en aucune façon sur le levier du combinateur, et par suite sans interrompre le circuit principal, éliminant ainsi entièrement la possibilité de production d'étincelles aux doigts de contact.

Mais dans le cas où abordant par exemple une très forte rampe, il serait nécessaire de changer en marche le couplage des moteurs, l'équipement est prévu pour réduire au minimum l'étincelle de rupture aux doigts du combinateur. En dégageant le levier $C_1$ (fig. 4) de l'encoche correspondante, on insère dans le circuit d'excitation de la génératrice la résistance R qui, la désamorçant, réduit notablement le courant principal. Cette résistance reste en circuit pendant tout le déplacement du levier commandant le combinateur, et n'est court-circuitée que lorsque ce levier est logé dans l'encoche marquant le nouveau couplage.

Le véhicule est, dans la majorité des cas, démarré par les moteurs électriques couplés en parallèle.

On agit seulement sur le combinateur pour la marche arrière, un arrêt de longue durée, ou pour gravir des côtes dont la pente excède 5 °/₀. Pour ce dernier cas, on obtient un fonctionnement plus économique avec le couplage en série des moteurs, mais il ne résulterait aucun dommage si le conducteur oubliait dans ces rampes de modifier le couplage de ceux-ci.

Une particularité importante de l'équipement est la nécessité dans laquelle se trouve le conducteur de réduire, en agissant sur la pédale, la vitesse du moteur à explosion à 400 tours par minute pour l'arrêt du véhicule.

Pour ralentir l'allure de l'omnibus dans un encombrement, aux carrefours, etc., le conducteur n'a qu'à agir sur la pédale pour mettre en action le régulateur, lequel règle la vitesse du moteur à pétrole à 400 tours par minute.

Mais, dans le cas où il serait nécessaire de propulser le véhicule à allure lente sur un long parcours, pour éviter la sujétion d'appuyer sur la pédale de façon continue, on peut agir sur le levier d'admission des gaz.

Au contraire, dans certains cas, quand, par exemple, le véhicule a à gravir une rampe de grande longueur, et qu'il est désirable d'accélérer la vitesse de l'omnibus, on peut agir sur ce même levier d'admission des gaz qui permet d'obtenir du moteur à explosion la puissance maxima qu'il peut développer.

Pour cela, ce levier est relié au frotteur qui permet d'intercaler une résistance dans le circuit d'excitation de la génératrice. Par suite de cette résistance supplémentaire, le flux inducteur diminue ; pour un même courant, le couple résistant diminuant également, la vitesse du moteur à pétrole accélère. On peut régler cette résistance de champ pour que la vitesse résultante soit celle qui correspond à la puissance maxima que peut développer le moteur à pétrole pendant une courte période.

La figure 5 représente les courbes de vitesses relevées, en fonction du temps, au démar-

rage d'autobus en palier, dans les mêmes conditions de poids et de puissance : A avec la transmission électrique ; B avec la transmission mécanique.

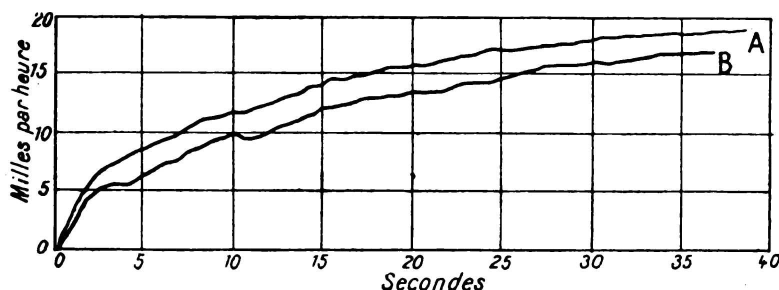



Fig. 5. — Comparaison des courbes d'accélération obtenues avec la transmission électrique et la transmission mécanique.

On voit que la vitesse obtenue avec l'équipement électrique est supérieure, à chaque instant du démarrage, à celle de la transmission mécanique, et que de plus elle croît d'une façon régulière. Au contraire, dans la courbe B, les deux crochets aux temps 5″ et 10″ marquent la manœuvre du levier de changement de vitesse. En fait, les secousses qui résultent de cette manœuvre pour le voyageur sont plus importantes que ne semblerait l'indiquer le diagramme.

On obtient donc, par cette transmission électrique, les avantages suivants :

1° Suppression de l'embrayage et du changement de vitesse mécanique ;

2° Un changement de vitesse électrique régulièrement progressif, à variation automatique avec le profil de la route, réalisant un couple aux roues motrices en raison inverse de la vitesse, le moteur à pétrole fonctionnant constamment à vitesse et puissance sensiblement constantes ;

3° Un démarrage régulièrement progressif à accélération rapide avec la meilleure utilisation de la puissance du moteur à pétrole ;

4° Le fonctionnement régulier du moteur au régime le plus économique ;

5° L'obligation absolue pour le wattman de réduire à son minimum, pendant les arrêts du véhicule, la vitesse du moteur à explosion ;

6° La possibilité d'utiliser un moteur à pétrole de plus faible puissance normale que dans le cas de la transmission mécanique, par suite de la continuité du changement de vitesse, et de la faculté d'obtenir, au démarrage, jusqu'à 10 fois le couple normal en palier ;

7° La simplicité des manœuvres exigées du conducteur, lequel peut ainsi concentrer toute son attention sur la direction.

Il est à remarquer que l'équipement électrique fonctionne dans des conditions plus favorables que dans les tramways (les trépidations mises à part), car, quelle que soit la fausse manœuvre, le courant débité par la génératrice est limité à une valeur telle qu'il peut être supporté pendant plusieurs minutes par tout l'équipement sans échauffement dangereux.

C. Léonard.

# LABORATOIRE A HAUTE TENSION DE LA FABRIQUE DE PORCELAINE D'HERMSDORF (SAXE) *(Fin)* (1).

Les câbles aériens aboutissent à un tableau général de distribution relié aux différents tableaux des transformateurs. Chacun de ces tableaux contient un ampèremètre et un voltmètre, des plombs fusibles, un indicateur de perte à la terre, un disjoncteur à maxima, une résistance réglable pour le courant inducteur du transformateur et des résistances pour l'excitation des génératrices.

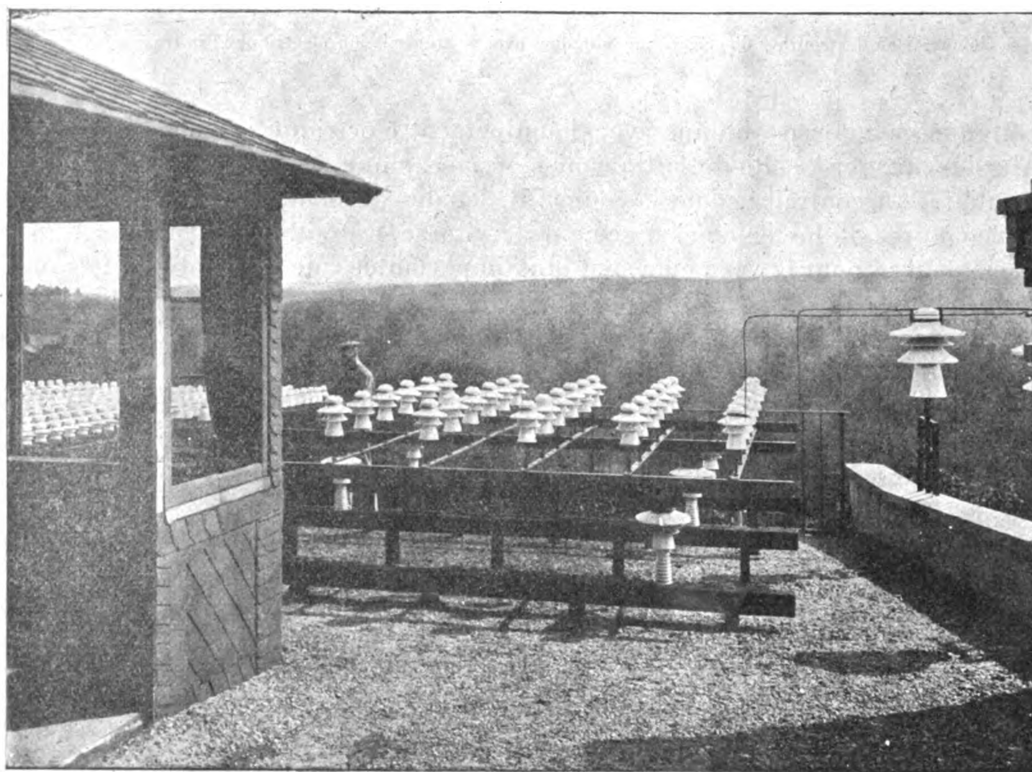


Fig. 4. — Essai des isolateurs à l'air.

La tension des transformateurs est réglée par le changement de la résistance du circuit d'excitation.

Si un isolateur est percé, ce qui met ordinairement le transformateur en court-circuit, le disjoncteur à maxima n'interrompt pas seulement le circuit automatiquement, mais attire aussi par une sonnerie électrique l'attention des ouvriers qui, pendant la vérification des isolateurs, sont souvent occupés dans les autres salles d'essai.

Pour trouver l'isolateur percé parmi le grand nombre des isolateurs essayés ensemble, l'ouvrier met de nouveau les isolateurs dans le circuit, et à cause du court-circuit un indicateur spécial entre en activité marquant la pièce percée.

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 14 décembre 1907, p. 373.

Après l'élimination de l'isolateur perforé l'essai est continué. Pour éviter des accidents par suite d'un manque de précaution des ouvriers, plusieurs dispositifs de sûreté sont prévus, notamment en ce qui concerne les fils à haute tension entre les transformateurs et les salles d'essai.

Une barrière divisant la salle en deux parties, et séparant le bac du tableau de distribution des transformateurs, doit être close avant que le circuit puisse être fermé, et d'autre part la barrière ne peut être ouverte si le circuit n'est pas coupé.

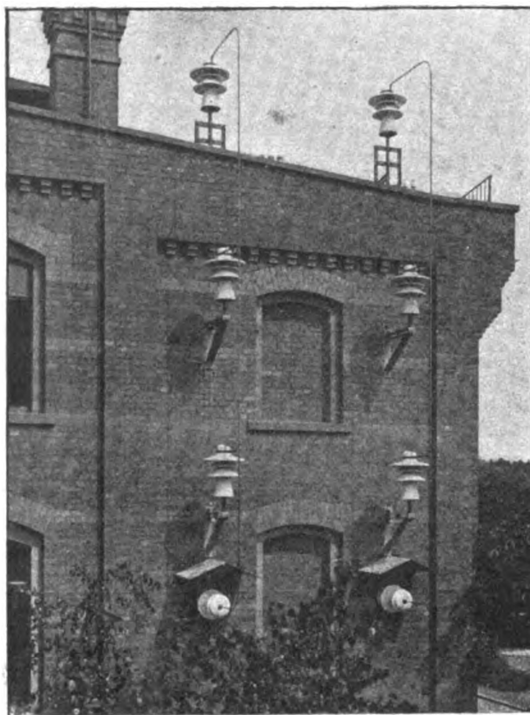


Fig. 5. — Essai des isolateurs à l'air.

En outre, une lampe à incandescence à verre rouge s'allume aussitôt que le circuit est fermé.

Si l'opérateur doit s'approcher du bac d'essai, il se protège par un vêtement de sûreté d'Artemieff en tissu métallique, qui donne toute sécurité.

Suivant les prescriptions du « Verband Deutscher Elektrotechniker », chaque isolateur employé pour une tension de 2000 volts et plus, doit être essayé à une tension deux fois plus forte que la tension de service.

Comme la tension de service n'est généralement pas connue, la fabrique d'Hermsdorf a pour principe d'essayer chaque isolateur jusqu'à la tension où l'arc s'amorce entre le bord de la cloche extérieure et la ferrure supportant l'isolateur, ce qui, pour les cloches les plus petites, correspond au quadruple ou quintuple de la tension normale, et au double ou triple, s'il s'agit des grands isolateurs.

La durée des essais est d'un quart d'heure, la tension étant maintenue constamment égale à celle prescrite, et aucun isolateur n'ayant été perforé durant cet intervalle.

Cette méthode a été adoptée pour les essais, parce que les isolateurs défectueux ne sont

pas perforés tout de suite ; ils le sont rarement après un essai plus long qu'un quart d'heure.

Comme il a été mentionné ci-dessus, il est indispensable non seulement de vérifier les isolateurs au point de vue de la résistance, mais aussi de les examiner sous des conditions différentes de service. Par là on peut fixer précisément la tension de service maxima et à la même occasion faire l'expérience de leur structure, sûreté, etc.

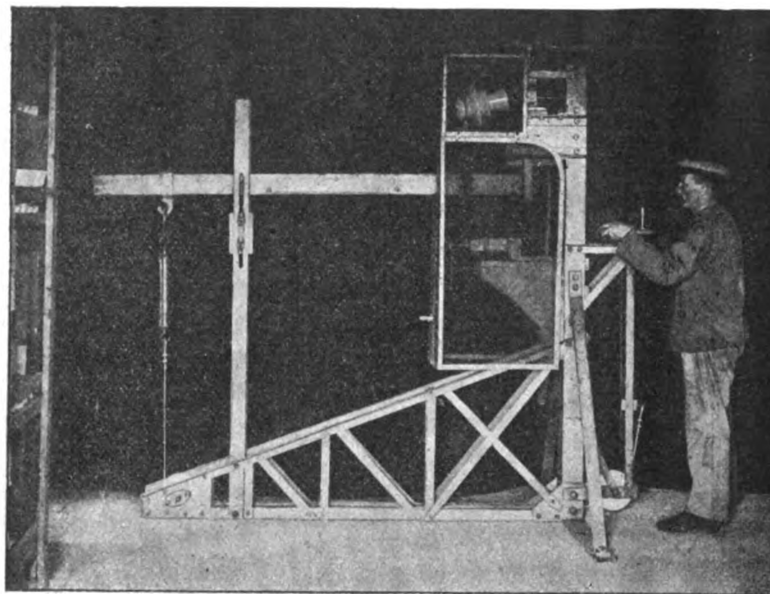


Fig. 6. — Appareil pour l'essai des isolateurs au cisaillement.

Dans les salles d'essai, il y a plusieurs dispositifs d'arrosage fixés au mur avec des ajustages interchangeables ; un système de tuyaux occupant une grande partie du plafond sert à produire une pluie artificielle d'une grande intensité dans une direction quelconque.

Toute l'atmosphère de la salle peut être saturée de vapeur ou remplie de vapeur suivant le cas.

Bien que le fonctionnement des isolateurs, dans les conditions les plus défavorables qui peuvent être atteintes artificiellement, soit vérifié au moyen de cette installation on ne pourrait ainsi faire aucun essai pour étudier ce fonctionnement sous la grêle, le givre, la neige, le vent, etc. en tenant compte des diverses influences climatériques.

Le toit de la station d'essai est disposé de manière à pouvoir également essayer les isolateurs dans ces conditions (fig. 4 et 5).

Par les tubes décrits ci-dessus, le fil conducteur à haute tension qui vient du transformateur à 200 000 volts est fixé à des isolateurs exécutés en 4 pièces, soudés ensemble par un procédé spécial de cuisson.

La hauteur de ces isolateurs est de 68 centimètres, le diamètre de 55 centimètres et le poids de 48 kilogrammes. Les fils à haute tension sont terminés par deux sphères de laiton que l'on peut relier au moyen de connexions mobiles à des ferrures isolées de la terre et communiquant avec des rails, dans lesquels sont vissées des tiges pour les isolateurs. On peut essayer à la fois plusieurs centaines d'isolateurs.

Pour l'observation des isolateurs pendant l'essai, on a construit un refuge muni de tous

les instruments nécessaires. On peut donc faire des essais à chaque moment et à chaque température, et on a constaté qu'un service continu à une tension de 200 000 volts pouvait être maintenu même dans les conditions climatériques les plus défavorables.

Un mot au sujet de la résistance mécanique des isolateurs et des essais :

L'on a installé des appareils pour exercer un effort de traction à la gorge de l'isolateur ; cet effort peut être de 3500 kilogrammes. La résistance à l'écrasement sous une charge verticale appliquée dans la rainure de tête varie suivant la grandeur de l'isolateur.

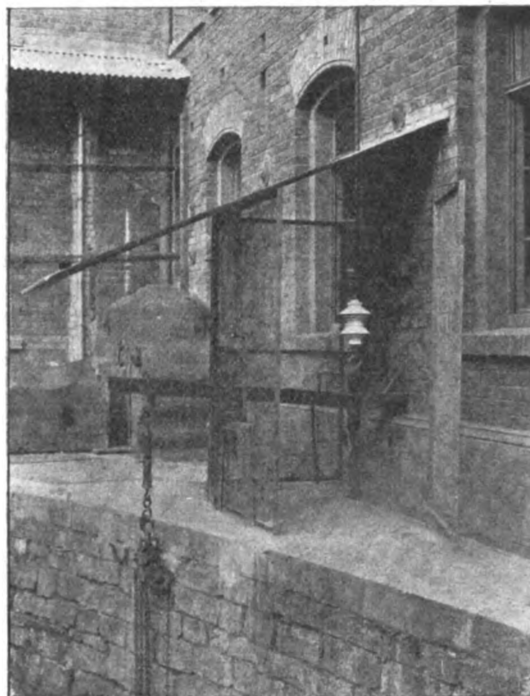


Fig. 7. — Appareil pour l'essai des isolateurs d'arrêt à la traction.

Un tel appareil est représenté sur la figure 6. Par de nombreux essais, l'on a constaté qu'il est impossible de cisailler la tête d'un isolateur à l'endroit de la gorge, même sous un effort horizontal de 3500 kilogrammes. C'est toujours la ferrure qui fléchit, quelles que soient d'ailleurs la qualité et la section du métal employé.

Avec un autre appareil (fig. 7), tous les essais mécaniques imaginables sont réalisés et spécialement les essais de traction pour les isolateurs d'arrêt.

D'autres appareils s'emploient pour des essais de choc ; bien entendu, la sécurité du personnel est toujours prise en considération.

Par cette brève description l'on se rend compte de l'importance attribuée dans les usines d'Hermsdorf aux essais à haute tension, importance justifiée par les transports de force à grande distance qui se développent de plus en plus et pour lesquels l'on est amené à adopter des tensions sans cesse croissantes.

W. Weicker.

# EXTRAITS DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

## THÉORIES ET GÉNÉRALITÉS

***Sur la propagation des ondes électromagnétiques à la surface d'un conducteur plan indéfini*** (*Fin*) (¹). — **J. Zenneck.** — *Annalen der Physik*, tome 23, fasc. 5, n° 10.

4. *Absorption des ondes dans le sens de la propagation.*

α) L'absorption des ondes dans le sens de la propagation, c'est-à-dire dans la direction des $x$ positifs, est définie par la valeur du coefficient $s$ qui peut être mis sous la forme

$$s = -(A - jB),$$

$\frac{1}{B}$ désignant ainsi la distance à laquelle l'amplitude est réduite dans le rapport $\frac{1}{e}$. Cette distance en kilomètres est donnée en fonction de $\sigma$, pour diverses valeurs de $k$, par la figure 7, sur laquelle sont portées en ordonnées les valeurs de $\log \frac{1}{B}$.

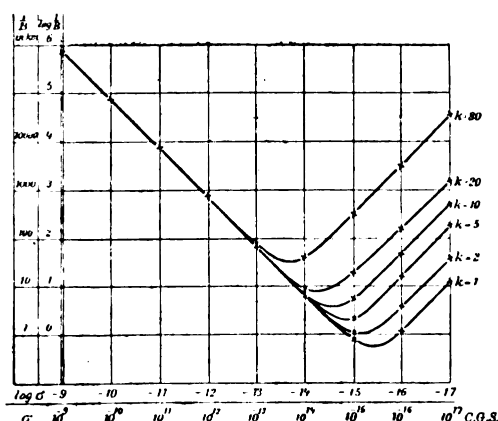



Fig. 7. — Influence de la conductivité sur l'absorption, pour diverses valeurs du rapport $k$.

β) Ces courbes montrent que cette distance passe par un minimum pour une certaine valeur finie de $\sigma$, ce qui pouvait être prévu *a priori* en remarquant que l'absorption doit être très réduite pour les conductivités très élevées ou très faibles.

γ) L'influence énorme de la constante diélectrique du conducteur est très visible ; elle a pour le moins une importance aussi grande que celle de la conductivité. Pour

$$k = 80, \quad \frac{1}{B} = 400 \text{ kil.},$$

tandis que pour

$$k = 2, \quad \frac{1}{B} = 1 \text{ kil.}$$

δ) En ce qui concerne l'effet de la fréquence sur l'absorption, les équations (5) fournissent la règle suivante : Pour avoir la longueur $\frac{1}{B}$ correspondant à un nombre d'alternances $a \cdot 10^6$, il suffit de chercher sur les courbes de la figure 7 la valeur correspondant à la conductivité $\frac{\sigma}{a}$ et de la diviser par $a$. Pour les conductibilités notables la fréquence agit donc fortement sur la valeur de l'absorption, jusqu'à ce que l'on atteigne celle donnant la valeur minima de $\frac{1}{B}$ (fig. 7). Pour des conductibilités plus faibles, l'influence de la fréquence diminue de plus en plus.

5. *Absorption des ondes par pénétration dans le conducteur.*

L'absorption des ondes par pénétration dans le conducteur est d'une manière analogue déterminée par la partie imaginaire du coefficient

$$r = C + jD ;$$

sur la figure 8 l'on a porté en fonction de $\log \sigma$ le logarithme vulgaire du quotient $\frac{1}{D}$ (exprimé en centimètres). Cette dernière quantité donne la profondeur à laquelle l'amplitude des ondes devient égal à $\frac{1}{e}$ de sa valeur à la surface. Jusqu'au-dessus de $10^{-13}$ C. G. S., l'effet de la constante $k$ est encore insensible, comme sur la figure 7. Avec des conductibilités inférieures, il devient

(¹) Voir *l'Éclairage Électrique*, t. LIII, 7 déc. 1907, p. 337.

plus net, mais il reste néanmoins plus faible que pour les paragraphes précédents.

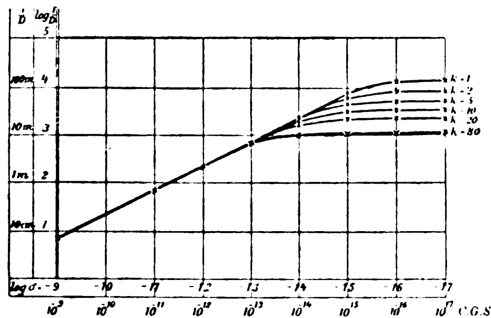


Fig. 8. — Influence de la conductivité sur la pénétration, pour diverses valeurs du rapport $k$.

Par contre, l'absorption par pénétration dans le conducteur est exceptionnellement élevée, comme on peut en juger d'après la figure, si l'on remarque qu'il s'agit ici de centimètres au lieu de kilomètres, comme dans le cas de la propagation à la surface du conducteur.

6. *Rapport des intensités des champs magnétique et électrique et de la vitesse de propagation.*

α) De l'égalité (1) nous tirons :

$$\frac{E_{oz}}{M_{oy}} = -s\,\frac{\varphi}{\omega\varepsilon_0}.$$

En discutant la valeur de $s$, l'on voit que la valeur absolue du rapport précédent est voisine de la vitesse de la lumière, et que l'angle de déphasage entre $E_z$ et $M_y$ demeure très faible, de telle sorte que l'on peut considérer ces quantités comme pratiquement en phase.

β) La vitesse de propagation $c$ à la surface est évidemment égale à $\frac{\omega}{A}$ (A étant la partie réelle de $s$); cette valeur est en général légèrement plus élevée que la vitesse de la lumière, et cela tient sans doute à la direction oblique des ondes par rapport à la surface.

### Applications a la télégraphie sans fil.

Pour des distances suffisamment grandes du poste de transmission, et en supposant que les ondes s'écartent de l'antenne d'émission en glissant à la surface du conducteur (A. Blondel, Compt. rend. de l'Assoc. franc. pour l'avancement des sciences. Congrès de Nantes 1898), l'on peut admettre que les résultats précédents sont applicables à la propagation des ondes en télégraphie sans fil. L'effet des sinuosités de la surface de la terre et de la composition variable du sol peut être négligé en général dans une première approximation.

D'après des essais très complets effectués par M. W. Eickoff l'on peut adopter pour $\sigma$ et $k$ les valeurs pratiques suivantes.

| | $\sigma$ | $k$ |
|---|---|---|
| Eau de mer. . . . | $10^{-11}$ | 80 |
| Eau douce. . . | $10^{-14}$ | 80 |
| Sol humide. . . | $10^{-13} - 10^{-14}$ | 5 — 15 |
| Sol sec.. . . . | $< 10^{-15}$ | 2 — 6 |

8. *Propagation des ondes à la surface de la terre.*

α) Le cas de la propagation à la surface d'une masse d'eau ne présente pas grand intérêt. L'inclinaison par rapport à la verticale de la direction correspondant au maximum du champ électrique ne dépasse jamais 6°, c'est-à-dire qu'on peut le considérer comme perpendiculaire à la surface, et ce champ est à peu près purement alternatif (non elliptique).

β) Sur terrain sec, le phénomène est tout différent (fig. 5 et 6), et la direction précédente est franchement inclinée par rapport à la verticale ; l'angle peut atteindre 35° par exemple (fig. 5). Dans ce cas, il est donc avantageux d'incliner l'antenne de réception comme le montre la figure 9 où la flèche donne la direction des ondes. Avec les constantes correspondant à la figure 5,

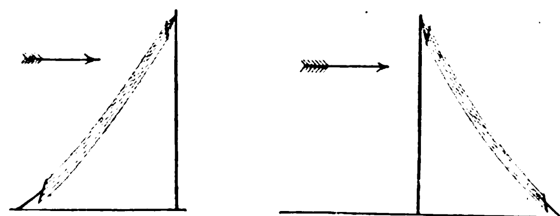


Fig. 9 et 10. — Influence de l'orientation des antennes.

l'effet ainsi obtenu présente un gain de 18 % par rapport à une antenne verticale, et de 66 % par rapport à une antenne orientée comme sur la figure 10, résultat confirmé par l'expérience.

9. *Absorption des ondes le long de la surface de la terre.*

α) S'il n'y avait aucune absorption, les amplitudes seraient à peu près inversement propor-

tionnelles à la distance $x$ au point d'émission.

En comparant ce résultat avec celui dû à l'absorption déterminée par le coefficient A, l'on peut donc se rendre compte de l'importance pratique de cette dernière.

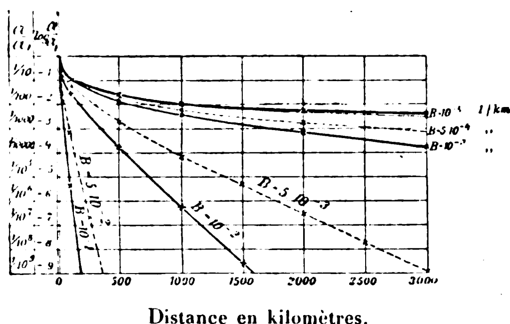



Fig. 11. — Étude de l'absorption des ondes le long de la surface de la terre.

Les courbes de la figure 11 donnent le logarithme vulgaire du rapport de l'amplitude $A$ au point $x$ (longueur exprimée en kilomètres) à l'amplitude $A_1$ au point placé à 1 kilomètre de l'antenne d'émission. Comme on le voit, jusqu'à la valeur $B = 10^{-4}$, l'absorption est sans effet appréciable.

$\beta$) Avec l'eau de mer, et même avec de l'eau douce, l'absorption ne joue donc aucun rôle sur la portée maxima. Étant donnée la fréquence usitée en télégraphie sans fil, elle atteint le maximum d'effet pour des valeurs de $\sigma$ comprises entre $10^{-13}$ et $10^{-15}$. Avec un sol sec, au contraire, l'absorption peut devenir très importante, ce qui est bien conforme à la réalité ; ce résultat est dû aussi bien à la valeur peu élevée de la constante $k$ qu'à la faible conductivité.

$\gamma$) En discutant les courbes de la figure 11 de la manière indiquée au paragraphe 4, l'on constate que les stations puissantes avec grande longueur d'onde sont plus favorables au point de vue de l'absorption que les petites stations à faible longueur d'onde, lorsque le conducteur est constitué par de la terre légèrement humide ou même de l'eau douce. Avec de l'eau de mer, ou un terrain très sec, la supériorité des stations puissantes disparaît, parce que l'absorption devient soit peu importante, soit indépendante de la longueur d'onde.

### 10. *Influence de la conductibilité de l'air.*

A l'aide des formules (5), l'on voit que, dans le cas où l'air présente une certaine conductivité, le coefficient B peut approximativement être remplacé par le coefficient

$$B' = B + A \frac{B}{2q_0} ;$$

A a pour valeur approximative $\frac{\pi}{3} \cdot 10^{-4}$ C. G. S. ($\omega = 10^6$/sec.), et pour $\sigma_0 = 2 \cdot 10^{-20}$ C. G. S., l'on a sensiblement $\frac{\beta}{2q_0} = 0{,}36 \cdot 10^{-9}$.

L'on voit donc que l'effet de la conductibilité de l'air est négligeable, même en admettant pour $\sigma_0$ une valeur beaucoup plus élevée.

A moins de supposer que les couches d'air éloignées de la surface de la terre sont rendues beaucoup plus conductrices par la lumière solaire, l'on ne peut donc expliquer ainsi la portée notablement plus grande (environ 2 fois 1/2) obtenue pendant la nuit. L'auteur regarde comme plus vraisemblable une autre explication, également due à Marconi, d'après laquelle l'antenne se décharge plus aisément sous l'influence de la lumière solaire, d'où une diminution de l'énergie disponible dans l'oscillateur.

### 11. *Influence du brouillard.*

L'influence bienfaisante du brouillard pourrait s'expliquer tout d'abord par l'augmentation de la constante diélectrique par suite de la présence de gouttelettes d'eau ; il se produit ainsi une augmentation de la capacité de l'antenne, mais celle-ci, même si elle est suffisamment sensible, n'est pas toujours favorable, surtout avec les stations à faible accouplement et accord serré. D'autre part, si l'on discute les équations (5) l'on constate que l'influence d'une augmentation de la constante diélectrique de l'air n'est pas avantageuse au point de vue de l'absorption. L'accroissement de l'humidité du sol par le brouillard ne permet pas d'ailleurs d'expliquer les effets observés sur mer, et enfin une diminution de la conductibilité dans l'air n'est pas non plus suffisante, d'après ce que l'on a vu plus haut (paragraphe 10). L'on pourrait peut-être admettre que le brouillard, peu conducteur, diminue la décharge de l'antenne, due notamment aux rayons solaires.

### 12. *Effets des passages d'un milieu à un autre.*

Il est facile de voir que lorsqu'une onde plane

passe de la surface de l'eau à la surface d'un terrain quelconque, ou réciproquement, il se produit une réflexion partielle, et la forme du rivage a une influence certaine sur la portée de la propagation. C'est sans doute à ce phénomène qu'est due l'inégalité des effets observés en des points situés pourtant à égalité de distance de l'antenne d'émission.

J. B.

## ARC & LAMPES ÉLECTRIQUES

***Observations sur l'arc électrique*** (*fin*) (1). — **W. L. Upson.** — *Physical Society.*

*Longueurs d'arc maxima.*

Lorsque l'arc prend l'aspect d'une décharge par étincelles (arc métal-métal dans l'hydrogène), sa longueur maxima est voisine de $1^{mm},25$ pour 110 volts et 15 ampères. Ce résultat est indépendant de la nature des électrodes, pourvu qu'elles soient constituées par des métaux différents ; sinon les résultats varient notablement. C'est ainsi que les arcs au cuivre et au fer ne présentent pas de limites déterminées, tandis que celui à l'aluminium ne dépasse pas $1^{mm},25$. Lorsque l'une des électrodes est en charbon, l'arc est toujours continu. Si le charbon est au pôle négatif, la limite d'écart est $1^{mm},75$ dans l'hydrogène ; enfin, dans les autres cas, cette limite a les valeurs suivantes, pour la tension de 110 volts et le courant de 15 ampères :

| ARC DANS L'HYDROGÈNE. | ÉCART MAXIMUM EN MM. |
|---|---|
| Charbon-fer (1) | 1,25 |
| Charbon-aluminium | 1,75 |
| Charbon-cuivre | 3,25 |
| Charbon-charbon | 1,75 |

(1) Nous rappelons au lecteur que d'après les conventions admises le corps énoncé le premier indique la nature de l'anode.

Dans le gaz d'éclairage, l'arc Cu-C donne une longueur de $2^{mm},5$ à 15 ampères.

Dans l'air, les arcs peuvent toujours être plus longs que dans l'hydrogène. Avec 2,5 ampères, l'arc au cuivre donne déjà 5 millimètres, ce qui ne peut être atteint avec le charbon pour une tension de 110 volts. Le tableau suivant permet de se rendre compte de l'effet d'un renversement de pôles :

| ARC. | ÉCART MAXIMUM EN MM. | COURANT. | TENSION AUX BORNES. |
|---|---|---|---|
| Al-C | 1,25 | 10 | » |
| C-Al | 7,5 | 10-12 | » |
| Cu-C | 15-20 | 7-9,5 | 70-53 |
| C-Cu | 6,5-8,5 | 5-6 | 85-75 |

Il est, en outre, à remarquer que l'arc Cu-C, avec un écart de $7^{mm},5$ et un courant de 6 ampères, n'exige que 47 volts à ses bornes.

*Courbes caractéristiques des arcs.*

Pour tracer ces courbes, l'on a choisi une longueur de $1^{mm},25$, pour laquelle tous les arcs

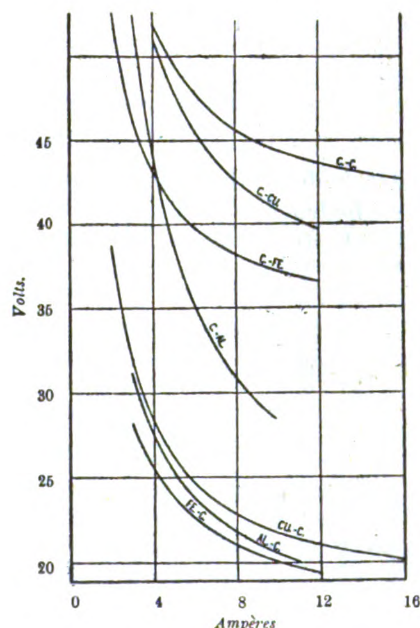



Fig. 3. — Courbes caractéristiques dans l'air avec une électrode en charbon.

peuvent être maintenus d'une manière suffisamment stable ; malgré cela, dans certains cas, les courbes sont seulement approximatives. La courbe de la figure 3 donne la caractéristique des arcs dans l'air avec une des électrodes en

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, t. LIII, 14 déc. 1907, p. 386.

charbon. L'on voit que les arcs avec électrodes positives en charbon se différencient plus nettement entre eux que ceux où le charbon forme l'électrode négative. L'arc charbon-charbon est intermédiaire entre les deux groupes de courbes, et bien qu'il appartienne au groupe supérieur, l'allure de sa courbe se rapproche beaucoup de celle des courbes inférieures.

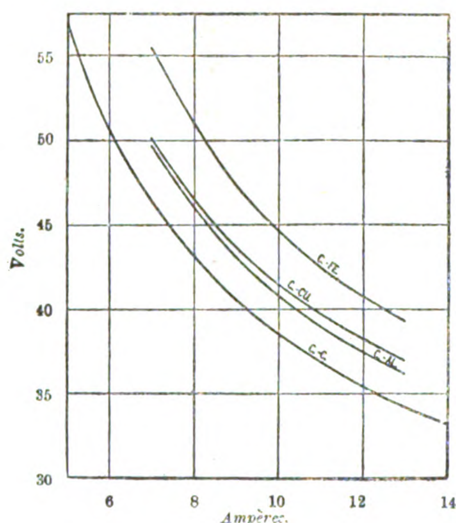



Fig. 4. — Courbes caractéristiques dans l'hydrogène avec anode en charbon.

La figure 4 donne les mêmes courbes pour l'arc dans l'hydrogène ; les arcs métal-charbon et charbon-charbon donnent dans l'hydrogène

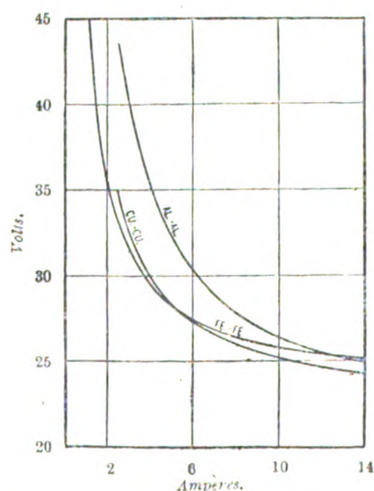



Fig. 5. — Courbes caractéristiques dans l'air avec électrodes métalliques de même substance.

des courbes presque identiques entre elles, comme on peut le voir sur la figure 8. La figure 5

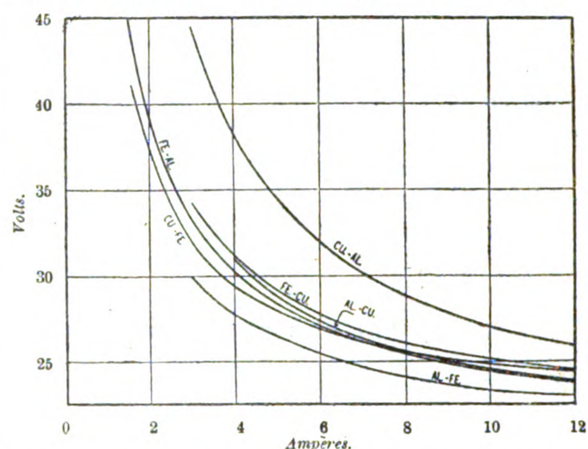



Fig. 6. — Courbes caractéristiques dans l'air avec électrodes métalliques diverses.

se rapporte au cas où les électrodes, dans l'air, sont en même métal ; l'arc à l'aluminium diffère notablement des deux autres, et cette remarque peut être généralisée. La figure 6 fournit les

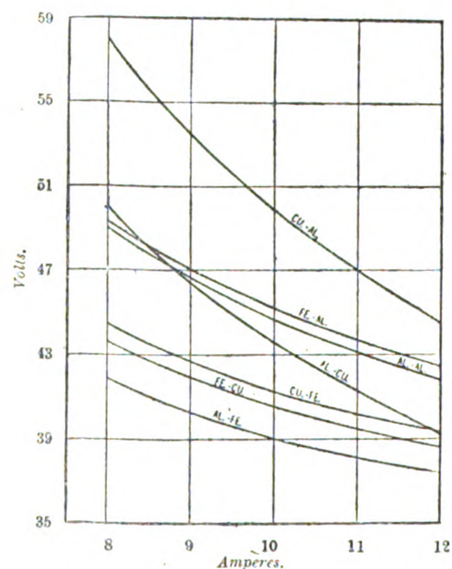



Fig. 7. — Courbes caractéristiques dans l'hydrogène avec électrodes métalliques diverses.

résultats obtenus avec des arcs métal-métal dans l'air, et la figure 7 les résultats correspondants dans l'hydrogène.

L'on peut juger, d'après ces courbes, de l'influence du milieu sur les propriétés de l'arc. Sur la figure 8, l'on trouve une comparaison à ce sujet entre l'arc au charbon dans l'air (courbe

B), et les arcs métal-charbon et charbon-charbon dans l'hydrogène (courbes A).

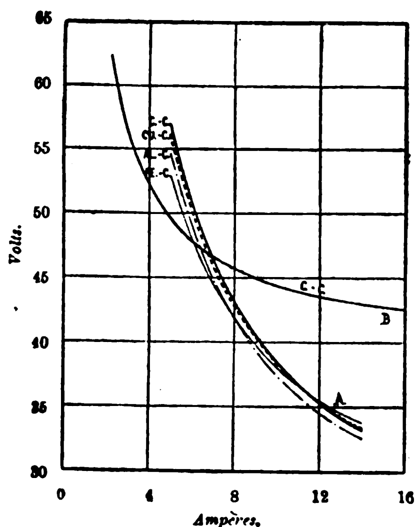



Fig. 8. — Comparaison entre l'arc au charbon dans l'air et divers arcs dans l'hydrogène.

Enfin la figure 9 est relative à l'arc au cuivre dans l'air, dans les conditions suivantes :

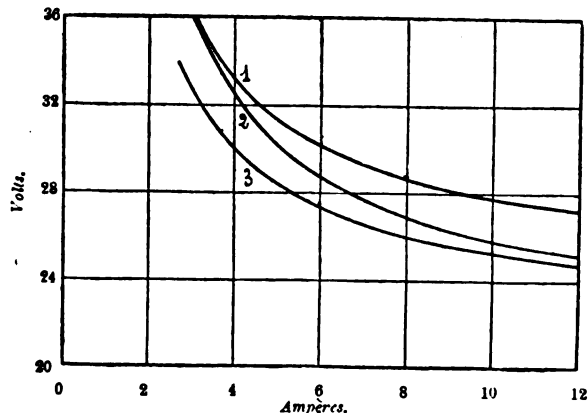



Fig. 9. — Effets dus au refroidissement artificiel des électrodes en cuivre.

1° Électrode négative supérieure, refroidie (courbe 1) ;

2° Électrode positive supérieure, non refroidie (courbe 2) ;

3° Électrode positive supérieure, refroidie (courbe 3).

*Équations caractéristiques des arcs.*

Les expériences de l'auteur montrent que, pour tous les arcs, la tension V aux bornes satisfait aux deux relations connues :

$$V = a + \frac{b}{I},$$

pour un écart donné, $a$ et $b$ étant des constantes, et

$$V = a + bl$$

pour un courant I donné, $a$ et $b$ désignant encore des constantes appropriées.

*Arcs à courants alternatifs.*

L'arc au charbon dans l'hydrogène, pour une tension de 50 volts, un courant de 15 ampères et une fréquence de 80 périodes à la seconde, est stable jusqu'à un écart de $0^{mm},75$. En maintenant un mauvais contact pendant un instant, les extrémités des électrodes rougissent, et l'on obtient un arc assez stable en les écartant alors lentement. A 100 volts, la longueur de $0^{mm},75$ ne peut être dépassée.

L'arc cuivre-charbon dans l'hydrogène ne peut persister avec 100 volts, 45 ampères et 80 périodes, ou 100 volts, 20 ampères et 50 périodes. Dans le gaz d'éclairage, l'arc au charbon donne des écarts de $0^{mm},25$ et $0^{mm},50$ pour une tension de 38 volts et un courant de 14 ampères, à la fréquence 80. Comme pour l'hydrogène, il est bon de réchauffer les électrodes avant l'allumage, et l'arc charbon-cuivre ne persiste pas. Enfin, dans l'air, l'arc cuivre-charbon peut atteindre très difficilement une longueur de $1^{mm},25$ avec un courant de 15 ampères, et l'arc au cuivre est impossible à maintenir, probablement à cause du refroidissement trop grand des extrémités des électrodes.

*Essais d'interruption de courant dans l'arc.*

L'auteur a fait quelques essais pour comparer les temps d'interruption du courant au bout desquels les arcs divers peuvent se rallumer lorsqu'on rétablit la tension à leurs bornes. Suivant les conseils du Dr Fleming, il a adopté le dispositif suivant :

Un petit électro-aimant est disposé de manière à ce que son armature tombe librement lorsque le courant est interrompu ; lorsque cette armature est maintenue par l'électro-aimant, elle forme contact entre deux ressorts frottant légèrement sur ses faces et ferme le circuit l'arc.

Lorsque l'armature s'échappe et interrompt par suite le courant, elle est guidée de manière à venir, à fin de chute, s'engager entre deux autres ressorts qui referment alors le circuit. La longueur de chute $d$ étant mesurée avec soin, l'on peut donc calculer le temps total de la rupture du courant par la formule connue de la chute des corps

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}}.$$

Avec les courants employés, l'arc formé au contact était trop faible pour avoir une influence appréciable, et l'on pouvait adopter $t$ comme temps réel de la rupture.

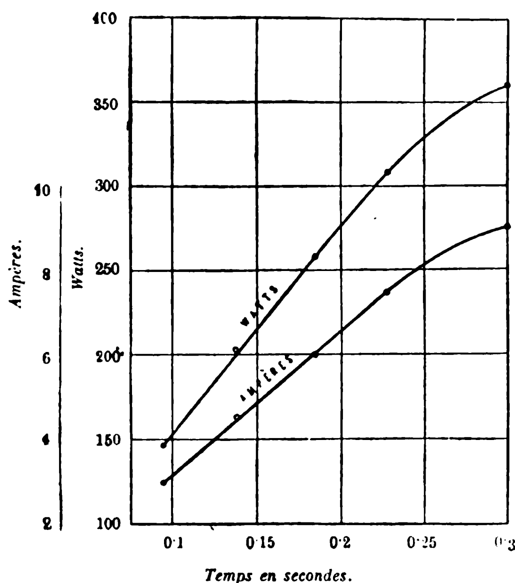



Fig. 10. — Courbes relatives aux essais d'interruption du courant pour l'arc au charbon.

La figure 10 donne, par exemple, les courbes correspondant à un arc entre charbons homogènes dans l'air, avec une longueur d'arc de $1^{mm},25$. Avec des électrodes à mèche, l'arc se rallumait beaucoup plus aisément, et il était difficile de diminuer le courant suffisamment pour obtenir un temps $t$ inférieur à 0,3 seconde.

L'auteur a également soumis au même essai des arcs divers ; il a remarqué notamment que l'arc cuivre-charbon homogène dans l'air ou le gaz d'éclairage ne peut se rallumer avec les plus petites durées d'interruption que permettait l'appareil décrit, soit 0,051 seconde.

Pour l'air, la tension était de 19 volts, le courant de 12,5 ampères et l'écart de $0^{mm},5$ ; pour le gaz d'éclairage, la tension était de 23 volts, le courant de 14 ampères et l'écart de $0^{mm},25$. Dans ce dernier cas, le rallumage était impossible, même après une certaine durée de fonctionnement, alors que l'électrode de cuivre était recouverte d'un dépôt de charbon. Quant à l'arc cuivre-charbon dans l'hydrogène, il semble se rallumer encore plus difficilement.

P. S.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE SANS FIL

*Essais de téléphonie sans fil.* — **C. Schapira et S. Löwe.** — *Electrical Engineering*, 7 novembre 1907.

Les auteurs donnent quelques détails sur les procédés employés par la Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie. Ces procédés sont basés sur l'arc chantant de Duddell, mais au lieu de se servir d'un arc fonctionnant dans une atmosphère d'hydrogène, sous l'influence d'un champ magnétique, l'on se sert d'un arc multiple, chaque arc individuel comportant une électrode positive en cuivre refroidi par une circulation d'eau (fig. 1). L'électrode inférieure négative en charbon homogène a un diamètre de 30 millimètres (Plania Werke, Ratisbonne) ; l'électrode positive est constituée par un tube de cuivre de 45 millimètres de diamètre que l'on maintient rempli d'eau. L'on dispose en série 6 arcs ainsi composés pour une tension d'alimentation de 220 volts, et 12 pour 440 volts.

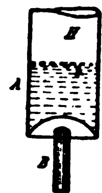



Fig. 1. — Disposition des électrodes.

La régulation est remarquablement simple, chaque paire d'électrodes peut être réglée indépendamment des autres. Une fois ce réglage particulier opéré de manière à ce que tous les contacts aient lieu simultanément au moment de l'allumage, l'on peut obtenir un écart convenable, identique pour tous les arcs, par la manœuvre d'une vis. L'usure des charbons est très faible, elle atteint 1 centimètre au bout de 300 heures de marche, et il suffit seulement de maintenir rempli le tube constituant l'électrode positive en ajoutant de l'eau après 8 à 10 heures de marche. La lampe ainsi établie est intercalée dans un circuit oscillant, à la manière ordinaire, et le microphone est branché en parallèle avec le secondaire du jigger, dont le primaire est

monté en série avec le circuit oscillant Les variations de résistance du microphone donnent lieu à des variations très sensibles du courant dans l'antenne, ainsi qu'on le constate par un ampèremètre embroché au bas de cette dernière.

Les appareils de réception sont également très simples. En série avec l'antenne se trouve une bobine de self-induction au moyen de laquelle l'antenne est accordée avec les ondes recueillies ; le détecteur et le téléphone, en série l'un avec l'autre, sont reliés aux extrémités de cette bobine. Le détecteur peut être un appareil électrolytique ou thermique. Enfin, un dispositif spécial permet de réunir l'antenne soit aux appareils de réception, soit à ceux de transmission. Le poste complet est monté sur une table de $0^m,75$ de large sur 1 mètre de long.

La reproduction de la parole est satisfaisante lorsqu'on réalise un accouplement lâche et un accord serré. Avec les autres réglages, les *a* et les *o* sont reproduits avec une grande intensité de son, tandis que les *i* et les *u* ne donnent lieu qu'à un son très faible ; aussi, la reproduction est défectueuse même lorsque l'on parle en forçant la voix.

Les stations radiotélégraphiques voisines peuvent occasionner des perturbations sérieuses lorsqu'elles sont puissantes et possèdent une longueur d'onde identique.

Jusqu'à présent, l'on ne peut parler et écouter simultanément, et c'est pourquoi il importe d'articuler très distinctement.

Deux postes installés suivant les procédés décrits ci-dessus servent à établir une communication entre l'école technique supérieure de Charlottenburg et une station mobile située à 30 kilomètres de distance. Cette dernière comporte une antenne en forme d'ombrelle supportée par un mât de 20 mètres et équilibrée électriquement par une capacité (contrepoids). A Charlottenburg, l'antenne, en forme de T, est constituée par 3 fils parallèles de 50 mètres distants de 1 mètre ; l'un des mâts a 13 mètres de haut et les autres 10 mètres. La longueur d'onde naturelle est de 400 mètres, et elle est peut être portée à 800 mètres.

Le courant continu à 220 volts (six arcs en série) atteint normalement 3,6 ampères, soit une puissance de 800 watts environ. Jusqu'à 10 kilomètres la parole est reproduite avec une intensité remarquable ; avec 440 volts et une puissance de 2 K. W., l'on pourrait atteindre aisément 40 kilomètres en employant une antenne-ombrelle de 30 mètres de haut. En augmentant la tension d'alimentation et le nombre d'arcs en série, il sera possible d'établir une communication radiotéléphonique à 100 kilomètres et plus, dès que l'on aura perfectionné le microphone actuel.

P. S.

---

## MESURES

### *Mesure des pertes dans le fer soumis à l'action d'un courant alternatif.* — J. Sahulka.

— Communication faite à l'*Institut Électrotechnique de l'École technique supérieure de Vienne.*

La détermination des pertes dans le fer se fait aujourd'hui par des méthodes assez longues et assez inexactes [1], et cela explique les contradictions que l'on rencontre dans les résultats. On place une bobine secondaire autour d'un tore formé des tôles à essayer, aimanté par un courant alternatif, et l'on relève la forme de la courbe de la tension secondaire induite ; on calcule, en utilisant la valeur efficace de la tension secondaire, les valeurs correspondantes des ordonnées de la courbe de H, on remplace la courbe par ses composantes harmoniques et on intègre $dB$. On obtient ainsi la courbe du champ et l'induction maxima dans le fer [2]. Il est très compréhensible que les résultats soient assez inexacts. L'auteur a montré jadis [3] comment on pouvait relever simplement les courbes d'intensités de champ, de courants et de différences de potentiel, en utilisant un galvanomètre ordinaire (par exemple un milliampèremètre).

Il a décrit à cette occasion un appareil se composant de quatre roues dentées et qui peut changer automatiquement le contact. L'emploi d'un contact d'une demi-période permet non seulement de déterminer les courbes, mais les valeurs de l'in-

(1) Cf. Hallo et Land-Elektrische und Magnetische Messungen, p. 441. Arnold. die Wechselstromtechnik. Vol. I, p. 337. — (N. D. L. R.).

(2) Si l'induction B varie suivant une loi sinusoïdale, H a une forme différente, mais les harmoniques supérieures sont déwattées et il suffit d'intégrer l'onde fondamentale.

(3) *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne, 1888, fascicule n° 1.

•••

tensité du champ, courants et tensions. Dans les recherches sur les échantillons de fer, on peut mesurer l'intensité induite maxima sans passer par la forme de la courbe. Depuis de longues années, l'auteur a exécuté des essais avec cet appareil.

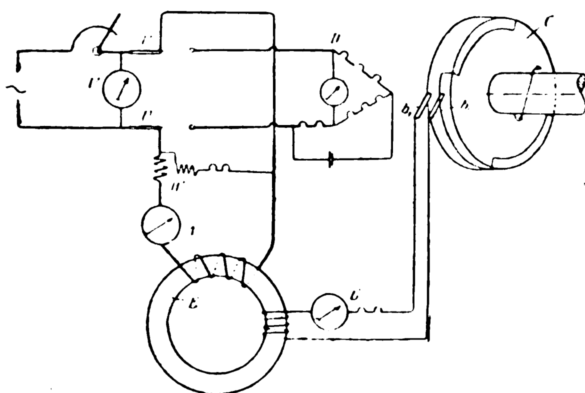


Fig. 1. — Disposition des appareils.

On voit dans la figure 1 le dispositif pour la détermination des pertes dans le fer en fonction du nombre de lignes de force maximum. Le tore en fer à essayer est désigné par E ; il peut être formé par le noyau d'un appareil de Richter ou d'Epstein, ou par un noyau de transformateur quelconque. La mesure des pertes se fait par le wattmètre W, et la mesure de la valeur efficace J du courant alternatif qui aimante E par un ampèremètre A. Un voltmètre V sert à contrôler la tension de la source du courant alternatif. Au moyen du commutateur U, on peut relier la bobine du noyau E, l'ampèremètre et la bobine à gros fil du wattmètre, d'une part avec la source de courant, d'autre part avec un pont de Weatsthone. Cela permet de mesurer la résistance $r$ de ce circuit immédiatement après chaque mesure particulière des pertes de fer, et on obtient ainsi les pertes dans le cuivre qui doivent être déduites de la perte L mesurée au wattmètre.

Pendant la mesure de résistance, le circuit à fil fin du wattmètre doit être ouvert. Pour déterminer le champ dans le noyau E, on se sert d'une bobine secondaire connectée à un galvanomètre G, muni d'une résistance en série, et aux balais $b$, $b$, de l'appareil à contact C. Cet appareil doit être entraîné directement ou par engrenages, par l'alternateur, ou encore par l'axe d'un moteur synchrone.

Les contacts sont établis de telle sorte que, pendant une demi-période, le circuit du galvanomètre soit fermé, et qu'il soit interrompu pendant la demi-période suivante (fig. 2). Dans les essais effectués par l'auteur, la poulie de contacts C avait la forme représentée dans les figures 1 et 2, qui implique l'emploi d'un alternateur ou moteur à 4 pôles. De cette façon, pendant une révolution de la poulie, 2 contacts se produisent dans chaque rotation de 90°.

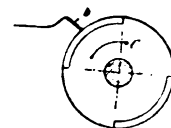


Fig. 2. — Poulie de contact.

Un balai $b_1$ frotte sur une bague métallique entière, l'autre $b_2$ frotte au contraire sur 2 quadrants de laiton découpés dans une bague entière vissée à la première. Les pièces de contact sont fixées dans un cylindre d'ébonite, de telle sorte que la poulie entière qu'ils forment (voir fig. 1 et 2) ait une surface périphérique parfaitement lisse. Les balais $b_1$ et $b_2$ sont montés sur un même porte-balais.

Pour relever les courbes sans avoir recours à un déplacement automatique des balais, les déplacements angulaires des balais doivent être très visibles. Pour mesurer les pertes dans le fer en fonction de l'induction maxima, ceci n'est pas nécessaire.

La poulie de contact doit avoir environ 10 centimètres de diamètre et les balais au moins 6 millimètres de large. Il faut éviter toute vibration dans les balais pendant le mouvement, afin qu'il ne se produise aucune oscillation de l'index du milliampèremètre.

On suppose encore que la machine utilisée est à pôles alternés ; la forme de la courbe dans deux demi-périodes successives est tout à fait semblable. Dans chaque période, le circuit du galvanomètre doit être fermé pendant une demi-période.

L'intensité du champ correspondant à la position des balais $b_1$, $b_2$ sur l'appareil de contact, se modifie de $+B$ à $-B$ pendant cet intervalle. Après cela, le même circuit est interrompu pendant le passage de $-B$ à $+B$, puis de nouveau fermé de $+B$ à $-B$, etc. Le fait que, pendant chaque contact, l'induction passe de B à une valeur maxima, puis diminue en changeant de signe jusqu'à $-B$, n'a aucune influence sur le galvanomètre.

L'augmentation de l'induction de $+B$ jusqu'au maximum, et la diminution jusqu'à la

même valeur + B, au delà du maximum, produisent dans le circuit du galvanomètre un courant alternatif induit que l'appareil ne révèle pas. Les indications de celui-ci correspondent aux variations subséquentes de la seconde des valeurs + B à — B. Si on représente la section effective du fer du noyau E par $q$ centimètres carrés, le nombre des spires secondaires sur le noyau par $m$, le taux de la variation produite en une période est égal à $2\,B\,q.m$. A cette variation correspond une certaine quantité d'électricité. Si on appelle $w$ la résistance du galvanomètre mesurée depuis les contacts du disque C, celui-ci étant immobile, la quantité d'électricité traversant le galvanomètre dans chaque période $= \frac{2\,Bqm}{10^8\,w}$ coulombs.

Si on multiplie cette valeur par la fréquence on obtient l'intensité du courant en ampères traversant le galvanomètre :

$$i = \frac{\varpi\, qm \sim}{10^8 w}. \qquad \text{(I)}$$

Il suit de là que

$$B = \frac{10^8 wi}{2qm \sim}. \qquad \text{(II)}$$

Le nombre de lignes de force B est donc obtenu en multipliant l'intensité $i$, indiquée au galvanomètre par un facteur connu. En déplaçant les balais, on peut ainsi obtenir les ordonnées de l'intensité du champ.

En pratique, il est seulement important de connaître les pertes dans le fer, en fonction de l'induction maxima. Pour cela, il suffit de déplacer les balais de telle sorte que la déviation du galvanomètre soit maxima.

Au wattmètre et à l'ampèremètre, on lit respectivement la perte W et la valeur efficace J du courant alternatif; après cela, on mesure immédiatement la résistance $r$ du bobinage primaire, y compris l'ampèremètre et la bobine à gros fil du wattmètre. L'expression :

$$W - J^2 r$$

donne la perte dans le fer.

L'auteur donne ensuite les résultats d'un essai effectué par lui d'après cette méthode. L'anneau de fer était composé de fil de fer fin enroulé sur une bobine de bois. Le diamètre du fil nu était $0^{mm},18$ ; le diamètre du fil isolé $0^{mm},34$, le poids du fil $3^{kgr},558$ et sa longueur totale 16 kilomètres. La section du fer était de $4^{cm^2},362$. La bobine primaire se composait de 267 spires, et la bobine secondaire de 22. La résistance du milliampèremètre Siemens, employé comme galvanomètre, était de 31,045 Ω.

On a obtenu au moyen de la formule (II)

$$B = \frac{16.190}{\sim}\, i. \qquad \text{(III)}$$

On a fait l'essai à 600, 930 et 1 450 tours de la machine, soit aux fréquences 20,31 et 48,33. Les résultats sont indiqués dans les trois tableaux suivants et représentés dans le diagramme (fig. 3), dans lequel les inductions

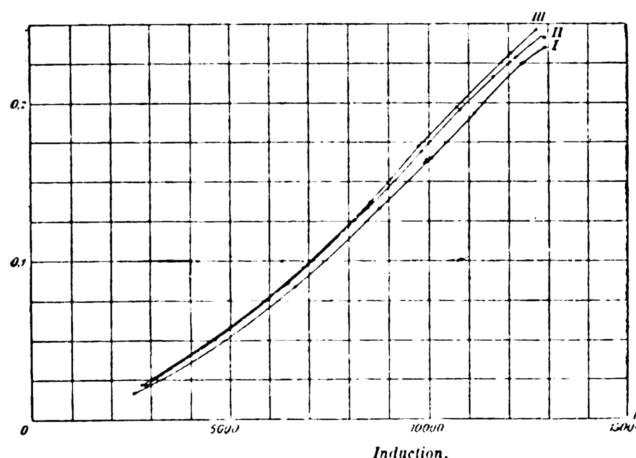



Fig. 3. — Résultats des essais.

maxima ont été portées en abscisses et les pertes dans le fer par kilogramme et par période en ordonnées. Ces pertes se composent en général d'hystérésis et courants de Foucault; dans le cas présent, à cause de la faible dimension du fil, les pertes par courants de Foucault sont négligeables.

On voit que jusqu'à 50 périodes, les pertes par hystérésis sont indépendantes de la fréquence ; les différences d'ordonnées des courbes I et III sont à peine de 9 %. Avec une fréquence croissante, la perte par période croît pour une même induction. Avec le fer essayé, les pertes sont moindres que ne l'indique la loi de Steinmetz.

Sur les indications de l'auteur, M. Kraus a recherché l'influence de la forme du courant alternatif magnétisant. En introduisant des résistances inductives, on peut obtenir une courbe du champ à peu près parallèle à l'axe de

TABLEAU I

Essai à 20 périodes.

$B = 809,7\, i$.

| $i$ (milliamp.) | W (watts) | J (amp.) | $r$ (ohms) | $W - J^2 r$ (watts) | B (max.) | PERTES JOULE par pér. et par kgr. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,2 | 2,6 | 0,901 | 1,749 | 1,18 | 2 591 | 0,0160 |
| 8,25 | 10,2 | 1,552 | 1,755 | 5,97 | 6 680 | 0,0839 |
| 10,85 | 16,7 | 2,035 | 1,760 | 9,41 | 87 85 | 0,1325 |
| 12,4 | 22,9 | 2,516 | 1,769 | 11,70 | 10 040 | 0,1644 |
| 13,75 | 30,4 | 3,057 | 1,782 | 13,75 | 11 133 | 0,1932 |
| 15,25 | 46,7 | 4,132 | 1,798 | 16,00 | 12 348 | 0,2248 |
| 15,95 | 62,45 | 5,015 | 1,819 | 16,70 | 12 915 | 0,2347 |

TABLEAU II

Essai à 31 périodes.

$B = 522,4\, i$.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,5 | 3,9 | 0,947 | 1,742 | 2,34 | 2 873 | 0,0212 |
| 12,3 | 13,7 | 1,552 | 1,744 | 9,50 | 6 426 | 0,0862 |
| 16,25 | 22,2 | 2,055 | 1,752 | 14,80 | 8 488 | 0,1342 |
| 18,8 | 30,15 | 2,547 | 1,758 | 18,74 | 9 821 | 0,1699 |
| 20,6 | 37,9 | 3,030 | 1,769 | 21,66 | 10 761 | 0,1964 |
| 22,25 | 46,35 | 3,557 | 1,779 | 23,84 | 11 623 | 0,2161 |
| 23,3 | 54,35 | 4,035 | 1,793 | 25,16 | 12 172 | 0,2281 |
| 24,75 | 72,7 | 5,045 | 1,812 | 26,58 | 12 929 | 0,2410 |

TABLEAU III

Essai à 48,33 périodes.

$B = 335,0\, i$.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,3 | 5,2 | 0,947 | 1,742 | 3,64 | 2 781 | 0,0212 |
| 20,45 | 20,85 | 1,612 | 1,745 | 16,32 | 8 851 | 0,0949 |
| 25,45 | 30,75 | 2,035 | 1,749 | 23,51 | 8 526 | 0,1367 |
| 29,1 | 41,1 | 2,547 | 1,756 | 29,71 | 9 749 | 0,1728 |
| 32,0 | 50,3 | 3,056 | 1,760 | 33,86 | 10 720 | 0,1969 |
| 34,25 | 59,5 | 3,548 | 1,769 | 37,23 | 11 473 | 0,2165 |
| 36,05 | 69,3 | 4,077 | 1,780 | 39,71 | 12 077 | 0,2309 |
| 37,95 | 86,75 | 4,944 | 1,821 | 42,24 | 12 714 | 0,2457 |

abscisses pendant une certaine fraction de chaque demi-période ; l'intensité du champ pendant ce temps ne se modifie pas. Les essais ont été faits à la même fréquence de 48,33. On a constaté que la perte par hystérésis croît par suite de la déformation produite dans le champ et aussi avec l'importance de cette déformation. De ce que la perte par hystérésis dépend de la fréquence, on doit conclure que, par les méthodes nouvelles pour la séparation des pertes par hystérésis et courants de Foucault, on n'obtient pas des résultats qui correspondent aux conditions réelles. Pour ces mesures, on admettait inexactement que la perte par hystérésis est proportionnelle à la fréquence. On doit encore conclure des résultats qui précèdent, que pour l'essai, eu égard à l'influence de la forme de la courbe, on doit employer un groupe moteur-générateur avec dispositif de contacts, et non une source indépendante ; sur l'influence de la forme de la courbe dans la mesure des pertes dans le fer, on peut consulter le travail du Dr Benischke (E. T. Z. 1907, p. 52).

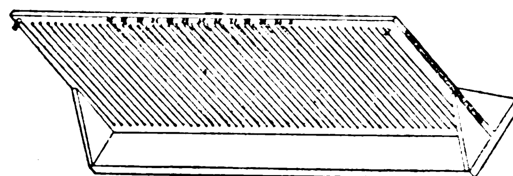


Fig. 4. — Dispositif pour l'essai des tôles.

La figure 4 montre un autre appareil pour l'essai des tôles de fer. Il se compose d'une boîte très étroite en bois, dans laquelle on introduit des tôles de dynamos de 72 × 144 centimètres. La boite est deux fois plus longue que les tôles (elle a donc 3 mètres environ), et elle est pourvue d'un bobinage traversé par le courant magnétisant. Dans la partie moyenne de la boîte où se trouve la tôle, on dispose un bobinage secondaire, divisé en éléments distants de 5 centimètres et qui peuvent être utilisés séparément ou en série. Les mesures se font comme il a été indiqué ci-dessus. Bien que la tôle ne constitue pas un circuit fermé, on peut accepter les résultats obtenus en étalonnant l'appareil de la façon suivante : on emploie 12 tôles semblables de 0mm,5 d'épaisseur. On essaye 4 tôles à l'appareil Richter pour différentes inductions maxima. On sait alors quelles pertes donnent les 12 tôles pour la fréquence et les diverses inductions données ; si on place les 12 tôles dans la boîte et si on mesure l'induction au milieu, celle-ci est plus grande à cette place pour une même perte dans le fer que celle correspondant à la perte en circuit fermé avec une aimantation uniforme. Pour chaque induction au milieu des tôles, on obtient par l'étalonnage une intensité correspondant à une aimantation uniforme.

On obtient un résultat plus exact si on mesure l'induction en chaque point des bobinages secondaires particuliers et si on calcule la valeur moyenne des valeurs $B^{1,6}$.

L. G.

***L'arc à courant alternatif dans la technique des mesures.*** — **C. Heinke.** — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 19 septembre 1907.

L'auteur indique dans ce travail les applications diverses de l'arc à courant alternatif pour la détermination des coefficients d'induction.

Une première disposition est indiquée dans la figure 1 et se compose d'une lampe à arc B

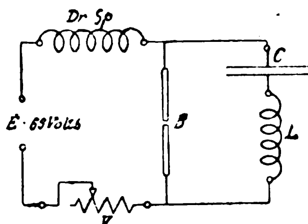



Fig. 1. — Schéma général.

(3 ampères) à courant continu, avec régulateur en dérivation, munie de 2 charbons homogènes d'une résistance réglable V de 10 à 20 Ω pour 2 ou 3 ampères, et d'une bobine à réactance D. L'alimentation du circuit se fait à 65 volts environ. Cela n'offre aucune difficulté, parce que la lampe, lorsque l'arc travaille comme excitateur de courant ondulatoire, n'a besoin que de fort peu d'ampères (2 ampères et même 1 ampère).

En dérivation sur la lampe se trouve un circuit d'induction, composé d'un condensateur au papier C d'environ 1 MF. de capacité, ainsi que les appareils de mesure nécessaires, appareil calorifique ou voltmètre électrostatique.

Le courant J, dans le circuit d'oscillations, est d'autant plus fort que L est plus petit. Si L est seulement formé par les fils de connexions jusqu'à C, J atteint la valeur de 5 à 6 ampères pour $\omega = 2$ à $3 \times 10^5$. En diminuant C jusqu'à 0,01 M. F., on peut augmenter $\omega$ jusqu'à $\omega = 10^6$ soit un nombre d'alternances par seconde $z = 3 \times 10^5$. Si, au contraire, L est obtenu par la mise en circuit d'une ou plusieurs bobines, $\omega$ et J diminuent, comme l'indique la formule

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L.C}}$$

avec un amortissement assez petit pour être négligé, ou bien

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L.C} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}.$$

avec un amortissement appréciable obtenu par la résistance

$$R = \frac{W}{J^2}.$$

Pour un coefficient de quelques millihenrys, dans le cas présent avec L = 80 mhys la limite de J sera un peu inférieure à 1 ampère et celle de $\omega$ atteint 3 300.

La tension alternative E, produite ainsi aux extrémités d'un bobinage sans fer avec un coefficient L approprié (entre 0,5 et 3,5 millihenrys), pourrait être employée pour alimenter un pont à téléphone (fig. 2). Avec cette disposition, des

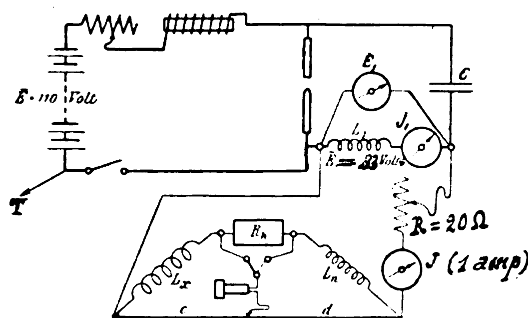



Fig. 2. — Pont à téléphone.

grandeurs qui ne pourraient être exactement déterminées en utilisant un simple microphone, peuvent l'être assez facilement. Cela tient, d'une part, à ce que $\omega$ atteint ici de très hautes valeurs, et, d'autre part, aux valeurs élevées des tensions et courants dont on peut disposer dans le pont à téléphone. On peut régler l'intensité (fig. 2) par la résistance additionnelle d'environ 20 Ω.

Puisque le téléphone bourdonne assez violemment sans même qu'on touche au contact mobile, ce bruit, engendré par la capacité propre de l'observateur par rapport à la terre (d'après l'équation $J = E_p \omega C$) sera diminué par une diminution convenable de $E_p$, c'est-à-dire de la tension des extrémités du téléphone par rapport à la terre, ce qu'on obtiendra en mettant à la terre un point voisin (point de connexion de L et du charbon négatif).

On a exécuté les essais suivants pour la détermination de L, M et C dont les valeurs étaient très faibles.

I. — Comparaison de 2 coefficients de self-induction en série (fig. 3). Si la somme de $L_x$ et $L_n$ n'est pas trop grande, on place directement

les bobines en circuits à la place de L (voir fig. 1). On introduit d'autre part, pour mesurer J en ampères, un ampèremètre calorifique

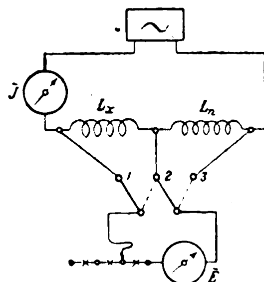



Fig. 3. — Montage en série.

sans aucun shunt ou avec un shunt formé de minces bandes ondulées qui n'introduisent pas d'erreur sensible dans les résultats pour de très hautes fréquences. Les fils, au contraire, en introduisent déjà pour $\omega = 10^5$. La tension alternative $E_{1.2}$ et $E_{2.3}$ peut être mesurée souvent directement et sans correction, par un voltmètre calorifique, dont les indications peuvent être réglées par l'introduction dans le circuit d'une lampe à incandescence convenable. Il n'est pas nécessaire, en général, d'apporter à J une correction parce que le décalage des courants $J_x$ et $J_n$, par rapport au courant du voltmètre $J_v$, est presque toujours supérieur à 80° à cause des hautes valeurs de $\omega L_x$ et de $\omega L_n$ relativement aux résistances $R_x$ et $R_n$. Pour la même raison, on peut aussi écrire sans erreur appréciable :

$$L_x : L_n = E_x : E_n$$

ou encore
$$L_x = L_n \frac{E_x}{E_n}$$

et de même
$$\omega = \frac{E_n}{J \cdot L_n} \text{ (1)}.$$

Comme exemple, supposons qu'on ait à comparer deux bobines dont l'une, $L_n$, ait un coefficient d'induction connu de 0,0937 millihenry. La mesure se fait avec $J = 3{,}4$ ampères et les tensions observées au voltmètre E, sont

$$E_x = 19{,}2 \text{ volts} \quad \text{et} \quad E_n = 8{,}1 \text{ volts}.$$

Il suit de là que

$$L_n = 0{,}0937 \frac{19{,}2}{8{,}1} = 0{,}222 \text{ mhy}.$$

Avec de plus grandes valeurs de L et de plus faibles courants, on emploierait avantageusement, au lieu du voltmètre calorifique, un voltmètre électrostatique, comme le voltmètre multicellulaire ou l'électromètre à quadrants.

Si $L_n$ et $L_x$ étaient très différents l'un de l'autre, on éprouverait quelque difficulté à appliquer la méthode avec de petites valeurs de L et de E.

On peut facilement échapper à cette difficulté, si la résistance ohmique de la bobine n'est pas trop grande, en employant la méthode suivante, avec montage en parallèle.

II. — Comparaison de 2 coefficients de self-induction disposés en parallèle (fig. 4). Si on

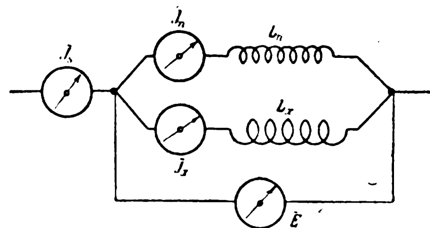



Fig. 4. — Montage en parallèle.

applique la tension alternative E aux deux dérivations comprenant, en plus de la bobine $L_x$ ou $L_n$, un ampèremètre, on a entre les réactances des branches la relation :

$$Z_x = Z_n \frac{J_n}{J_x}.$$

D'où il résulte pratiquement et presque sans exception pour les valeurs élevées de ω, en remplaçant Z par $\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ le rapport suivant :

$$L_x = L_n \frac{J_n}{J_x}.$$

Si on veut vérifier que R peut réellement être négligé, il suffit de mesurer pour les 2 branches la tension commune E entre les extrémités. On obtient ainsi

$$\omega = \frac{E}{J_n L},$$

(1) Les coefficients considérés ici sont ceux qui se rencontrent dans un circuit où il y aurait une dépense d'énergie, tel celui d'une bobine avec fer. Ces coefficients doivent être distingués de ceux d'un circuit où cette dépense d'énergie serait nulle. Et les différences existent non seulement pour L, M et C mais on peut les étendre à la résistance R. Voir l'interprétation de ces distinctions dans un travail de *F. Dolezaleck. Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1905, n° 8.

et une expression semblable pour l'autre branche.

Comme exemple : soit à comparer une bobine de fil avec et sans noyau de fer et une bobine sans fer de $L_n = 3,37$ millihenrys.

On a :

| $J_n$ amp. | $J_x$ amp. | $J_s$ amp. | E volts. |
|---|---|---|---|
| 0,62 | 2,8 | 3,4 | 44 |
| 1,15 | 1,65 | 2,90 | 56 |

et d'autre part :

| $L_x$ m. h. | $\omega = \frac{E}{J_n L_n}$ |
|---|---|
| 0,746 | 21 200 |
| 2,35 | 14 400 |

Tous les premiers chiffres correspondent à l'essai sans fer, les seconds à l'essai avec noyau divisé. Dans le premier cas, on a encore :

$$\omega L_n = 21\,200 \times 3,37\ 10^{-3} = 71\ \Omega.$$

La résistance $R_n$ de la bobine et de l'ampèremètre est d'environ 0,7 Ω. Et si même $R_n$ atteignait une valeur 10 fois plus grande, ce qui ne serait pas le cas, même à de très hautes valeurs de ω, $Z_n$ n'augmenterait pas de plus de $^1/_2$ %, ce qui est insignifiant, d'autant plus qu'il faut s'attendre à une augmentation semblable dans l'autre branche, ce qui élimine la petite erreur. La mesure de $J_s$ est uniquement nécessaire pour le contrôle des indications des ampèremètres et aussi pour connaître l'influence du courant du voltmètre sur la mesure de E. Si on remplace $L_n$ par une résistance ohmique de valeur convenable, on peut, avec la même disposition (fig. 4), en utilisant les conditions de la méthode des 3 ampèremètres ou du triangle d'intensité, déterminer aussi le facteur de puissance dans la branche $x$ et de là déduire la variation de résistance de cette branche (1).

III. — Détermination des coefficients d'induction mutuelle.

L'emploi de l'arc est particulièrement avantageux avec de grandes valeurs de ω lorsqu'il s'agit de la détermination de petits coefficients, par exemple, l'induction mutuelle entre la bobine fixe et mobile d'un wattmètre. Les valeurs de M sont ici tellement faibles qu'une détermination exacte par un autre moyen serait très incommode, tandis qu'elle est relativement simple avec l'arc, d'après le schéma de la figure 5.

(1) Cette variation est la différence des deux résistances dont il a été question précédemment.

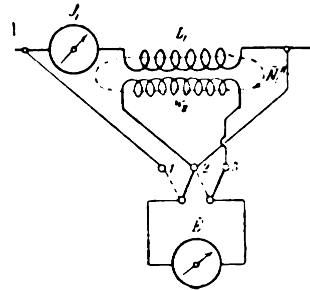


Fig. 5. — Mesure des coefficients d'induction mutuelle.

On emploie ici la relation

$$J_1 \omega M = E_{II}, \quad \text{d'où} \quad M = \frac{E_{II}}{J_1 \omega},$$

dans laquelle la tension $E_{II}$ en volts dans la bobine secondaire est mesurée avec un voltmètre électrostatique.

Avec un wattmètre Siemens pour 12,5 ampères dans une position voisine du zéro, on a fait les mesures suivantes :

La bobine à gros fil fut tout d'abord comparée avec un autre coefficient de self-induction connu $L_1$ par la méthode 1 et 2. La valeur du coefficient trouvé 0,059 millihenry. D'après le schéma figure 5, on obtint ensuite :

| $J_1$ | $E_{1.2} = E_1$ | $E_{2.3}$ |
|---|---|---|
| 4,9 amp. | 19,7 volts | 37,5 v. |

d'où on déduit :

$$\omega = \frac{19,7}{4,9 \cdot 0,059} \times 10^3 = 68\,000,$$

et enfin

$$M = \frac{E_{II}}{J_1 \omega} = \frac{37,5}{4,9 \cdot 68}\ 10^{-3}\,\text{hy},$$

dans le cas où $E_{2.3}$ représente la tension induite dans la bobine à fil fin $E_{II}$. Mais ce n'est pas le cas ici, parce que, au wattmètre essayé entre les bornes 2 et 3 (fig. 6) du circuit de la bobine à fil fin (1 000 ohms) et de la bobine de tension R (100 ohms), la résistance est d'environ 1 100 ohms, et on a environ 6 000 ohms en parallèle. Il en résulte que la tension $E_{II}$ produite par l'induction exige son équivalent à travers le circuit de la bobine de tension, de sorte que la tension mesurée aux bornes $E_k = E_{2.3}$, et la ten-

sion $E_{II}$ résultant du coefficient de self-induction

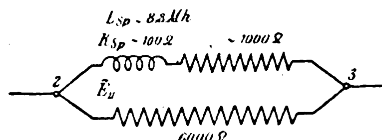


Fig. 6. — Disposition des résistances du wattmètre.

de la bobine R (8,8 millihenrys) soit dans le rapport de 6 000 à

$$\sqrt{7\,100^2 + 68 \times 8{,}8^2}$$

c'est-à-dire que $E_{II}$ est ici à peu près 22 °/₀ plus grand que $E_{2\,.\,3}$, et la valeur exacte du coefficient d'induction est :

$$M = \frac{37{,}5 \times 1{,}22}{4{,}9 \times 6{,}8}\,10^{-3} = 0{,}137 \text{ mhy.}$$

Il faudrait ajouter que cette valeur, dans le cas où la résistance bifilaire de 6 000 ohms possède une capacité appréciable, est en réalité un peu plus grande à cause de la réduction de l'impédance extérieure entre les bornes 2 et 3.

IV. — Détermination des capacités.

Pour les raisons déjà indiquées, l'utilisation de valeurs élevées de ω présente de grands avantages pour la mesure de petites capacités (détermination de la capacité de résistances bifilaires). On doit pourtant indiquer ici qu'on ne pourrait ramener d'autres coefficients, comme L par exemple, aux valeurs des condensateurs, comme capacités normales; les résultats ne devraient pas être admis sans réserves, parce que la valeur nominale des capacités s'écarte beaucoup de leur valeur efficace.

Une relation indiquée par Janet [1] pour la détermination de petits coefficients de self-induction $L_x$ en comparaison d'une capacité C, donne

$$L_x = C\left(\frac{E_L}{J}\right)^2.$$

Et il semble que, abstraction faite de l'égalité pratiquement inadmissible entre la tension $E_L$ de la self-induction, et la tension $E_C$ au condensateur, elle soit peu utilisable, si ce n'est pour des mesures approximatives, en raison de l'incertitude des valeurs vraie et effective de la capacité C.

[1] Comptes rendus 1902, 134, p. 452.

Par contre, on peut déterminer par la disposition de la figure 7, en employant des self-inductions normales L, la valeur effective.

$$C_x = \frac{1}{L}\cdot\frac{E_L}{E_c\omega^2}.$$

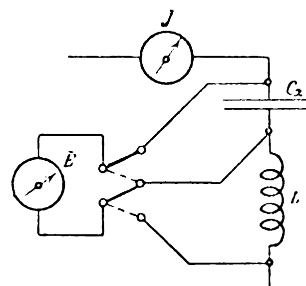


Fig. 7. — Mesure des capacités.

ou encore :

$$\frac{1}{C_x} = \frac{1}{L}\cdot\frac{E_L\,.\,E_c}{J^2}.$$

Pour mesurer $C_x$ dans de petits condensateurs à air, avec l'aide d'instruments électrostatiques et de résistances ohmiques intercalées, l'emploi de valeurs de ω aussi élevées dans la dérivation des selfs normales (fig. 2) est assez avantageux parce que la résistance intercalée de même ordre de grandeur que $\frac{1}{\omega C_x}$ est beaucoup plus petite et plus facile à réaliser qu'aux valeurs courantes de ω.

Parmi d'autres applications de l'arc dans la technique des mesures, il faut encore mentionner son utilisation pour déterminer les coefficients résultants ou réels des résistances intercalées. A cause de la grande importance de ces valeurs pour les corrections des lectures de wattmètres, particulièrement dans la mesure des décalages de phase, nous avons choisi comme exemple la détermination de la capacité résultante $C_r$ d'une résistance de wattmètre (bobine en bifilaire d'environ 500 Ω de wattmètre Ganz et C^ie^).

Le courant alternatif de L fut dérivé comme l'indique le schéma (fig. 8). E est un voltmètre calorifique et J un ampèremètre du même genre, pour déterminer $\omega = \frac{E}{J\,.\,L}$; de plus $J_R$ est l'intensité qui traverse le bifilaire $R_x$, mesurée

au moyen d'un voltmètre calorifique sans résistance additionnelle.

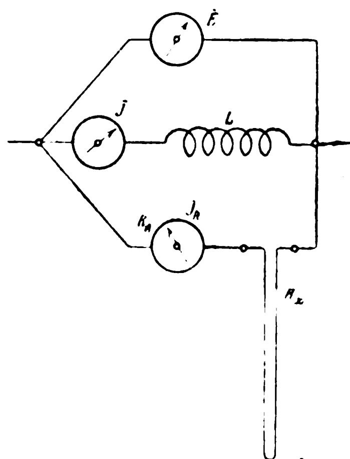


Fig. 8. — Capacité de résistances bifilaires.

Du montage indiqué par la figure 8, et du diagramme de la figure 9, l'auteur déduit certaines formules pour le calcul de la capacité de la résistance bifilaire. Nous croyons inutile de reproduire ces formules dont l'une d'ailleurs n'est pas homogène, et nous nous bornons à indiquer les résultats obtenus.

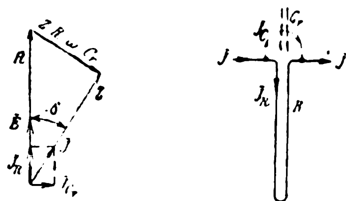


Fig. 9. — Diagramme des courants.

Avec $\omega = 112\,000$, l'impédance du circuit $R_x$ est

$$Z = \frac{61,75}{0,145} = 428\,\Omega,$$

tandis que la résistance (avec le continu) était

$$R_x + R_a = 495 + 23 = 518\,\Omega,$$

d'où l'on en déduit : $C_r = 1,18\ 10^{-2}$ microfarads.

L. G.

## BREVETS

### CONSTRUCTION DE MACHINES

*Perfectionnements aux inducteurs tournants des machines dynamo-électriques.* — **Société Alsacienne de Constructions Mécaniques.** — Brevet français, nº 379 709, publié le 16 novembre 1907.

Avec les alternateurs à inducteur tournant, la fonte en un seul bloc de la couronne inductrice et des projections polaires facilite beaucoup la construction du rotor, mais, par contre, une réparation au stator nécessite presque toujours un démontage complet, afin que la portion à réparer soit accessible. D'autre part, la construction avec pôles rapportés démontables isolément a l'inconvénient d'être plus coûteuse et moins solide. Pour profiter dans une certaine mesure des avantages des deux procédés, l'on établit l'inducteur en partie avec un certain nombre de pôles démontables, et en partie avec des pôles faisant corps avec la couronne. Lorsque l'on veut faire une réparation à un endroit du stator, il suffit dès lors d'amener en regard de cet endroit l'un des pôles démontables et d'enlever celui-ci. Dans certains cas, les pôles démontables peuvent être adjacents, au moins deux à deux, afin d'augmenter l'accessibilité pour la réparation.

*Perfectionnements aux dynamos électriques.* — **Société Alsacienne de Constructions Mécaniques.** — Brevet français nº 379 710, publié le 16 novembre 1907.

Lorsque les machines ont une grande longueur suivant l'axe, et que le rotor comporte des encoches contenant plusieurs conducteurs, généralement séparés par des lames isolantes, il arrive fréquemment que ces isolants sont soumis par exemple à des variations de température très notables par suite des périodes alternatives de fonctionnement et d'arrêt ; alors il se produit un jeu notable entre les conducteurs superposés. Il en résulte que les barres placées au fond des encoches ne sont maintenues en place que par les connexions latérales, et comme la force centrifuge peut atteindre des valeurs relativement élevées, des déformations et même des détériorations des soudures peuvent être provoquées.

Pour remédier à cet inconvénient, l'on propose l'emploi de conducteurs flexibles pour les connexions entre les points susceptibles d'un déplacement relatif tel que celui qui vient d'être signalé. Cet emploi peut d'ailleurs être étendu à d'autres portions de l'enroulement pour prévenir des effets analogues dus à des causes diverses.

*Embrayage électromagnétique.* — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke. A. G.** — Brevet allemand n° 187399.

Lorsque l'on emploie un embrayage électromagnétique, il est nécessaire de combattre l'effet du magnétisme rémanent qui maintient les plateaux d'embrayage au collage, après que le courant d'excitation est interrompu. Pour obtenir ce résultat, les inventeurs emploient le procédé suivant :

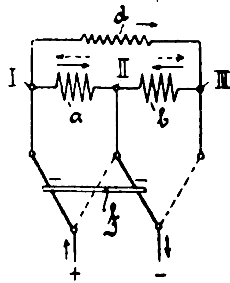



Fig. 1. — Embrayage électromagnétique.

Soient $a$ et $b$ (fig. 1) les bobines excitatrices correspondant à deux embrayages différents qu'il s'agit de faire fonctionner alternativement. Un commutateur double $f$ dirige à cet effet le courant de la source sur l'enroulement voulu.

En outre, une résistance $d$ convenablement choisie est branchée, comme le montre la figure, entre les plots extrêmes du commutateur. Si celui-ci occupe par exemple la position indiquée en traits pleins, la bobine $a$ est excitée et un faible courant dérivé, réglable au moyen de $d$, passe dans l'enroulement $b$ suivant la flèche en trait plein. Comme on le voit aisément, ce dernier courant est de sens contraire à celui qui passe dans la bobine $b$ lorsque le commutateur $f$ occupe la position indiquée en traits pointillés ; il annule donc le magnétisme rémanent qui pourrait maintenir le collage des plateaux de l'embrayage $b$. Réciproquement, lorsque celui-ci est en fonctionnement et que le sens des courants est celui des flèches en trait pointillé, le collage des plateaux de l'embrayage $a$ est évité par un léger courant démagnétisant, réglé également par la résistance $d$.

*Electro-aimant à courant alternatif.* — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke. A. G.** — Brevet suisse n° 37523

Cet électro-aimant a un noyau magnétique en forme d'un E à trois branches horizontales égales. Les deux branches extrêmes sont munies chacune d'un enroulement magnétisant alimenté par la source et les deux enroulements sont reliés en série, de manière que les pôles développés aux extrémités des branches soient de même signe, et que par suite il se forme un pôle conséquent à l'extrémité de la branche médiane. Les deux branches extrêmes portent en outre chacune un nouvel enroulement ; ces derniers enroulements sont connectés en série entre eux et alimentent un troisième enroulement disposé sur la branche centrale.

Grâce à cette combinaison, les flux des trois branches présentent entre eux une certaine différence de phase, et l'effort total exercé par l'électro-aimant ainsi constitué sur son armature ne s'annule jamais complètement comme celui d'un électro-aimant ordinaire à courant alternatif.

## PILES ET ACCUMULATEURS

*Cloisons de séparation pour accumulateurs.* — **H. Leitner.** — Brevet anglais, n° 22807 (1906).

Pour former des cloisons d'accumulateurs, l'inventeur se sert de planchettes en bois qu'il fait bouillir pendant 12 heures dans de l'eau additionnée de 1/2 % d'hypochlorite de chaux. On les lave ensuite, on les traite à l'acide sulfurique, et enfin on les fait bouillir dans de l'eau pendant un nouvel intervalle de 12 heures.

*Cloisons de séparation pour accumulateurs.* — **W. Gardiner.** — Brevet autrichien n° 29512.

Ces cloisons sont formées par des plaques perforées en bois poreux, recouvertes du côté de l'anode par une feuille de parchemin, et du côté

de la cathode par une plaque mince en bois muni de rainures pour l'échappement des gaz.

La cloison de séparation peut être enlevée facilement sans endommager les électrodes.

***Mélange pour éléments d'accumulateurs secs.* — Bergmann.** — Brevet allemand n° 184388.

Ce mélange se compose de verre de soude soluble et d'acide sulfurique de densité comprise entre 1,38 et 1,84. La teneur en acide peut être réduite après coup par addition d'eau.

***Perfectionnements à l'élément Leclanché.* — Putz.** — Brevet allemand n° 187991.

Pour obtenir une plus haute tension, l'on ajoute à l'électrolyte, formé par du sel ammoniac ou un autre sel neutre, de l'acide borique ou un acide difficilement soluble, et attaquant peu le zinc et l'hydrate de bioxyde de manganèse.

***Perfectionnements aux éléments secs.* — Lincoln electric Company.** — Brevet anglais n° 7249.

Pour rendre les éléments insensibles aux variations de la température extérieure, l'enveloppe est établie en matière fibreuse ayant des propriétés absorbantes prononcées. Cette enveloppe est ensuite imprégnée extérieurement d'un produit, imperméable à l'eau et à l'acide, tel que la paraffine ou l'asphalte (employé à chaud ou en solution) etc., après quoi l'on peut serrer les éléments les uns contre les autres de façon à obtenir un bloc.

La surface interne de l'enveloppe contiguë au zinc reste poreuse ; quant au fond de cette enveloppe, il est constitué par une plaque en fibre ou en métal recouverte d'un isolant sur l'une de ses faces ou sur les deux.

# BIBLIOGRAPHIE

*Il est donné une analyse bibliographique des ouvrages dont **deux** exemplaires sont envoyés à la Rédaction.*

***Nozioni di Elettrotecnica,* par Ing. A. de Maria.** 1 vol. in-8° de 826 pages avec 840 figures. — S. Lattes, éditeur, Turin. — Prix : 18 lires.

Ce traité d'électrotechnique rappelle non seulement par son plan général, mais même dans ses notations, dans ses formules et souvent dans ses figures, le traité de M. Eric Gérard, dont — soit dit en passant — l'auteur aurait peut-être bien fait de signaler au moins le nom à ses lecteurs, dans l'index bibliographique. Ce livre de M. Eric Gérard est trop connu en Italie pour que nous supposions un seul instant que l'auteur ait pu l'ignorer, mais si nous nous trompions, nous serions encore heureux d'avoir pu lui indiquer l'existence de ce très classique ouvrage, si consciencieusement tenu à jour.

M. de Maria a exposé d'ailleurs d'une façon très claire et très méthodique les principes de l'électricité, du magnétisme, les phénomènes et les lois du courant. Il a, comme M. Sartori, donné la théorie générale des alternateurs avant celle de la dynamo, ce qui est au moins plus adéquat à la réalité des faits. Il a visiblement cherché à introduire des exemples de calcul, partout où cela a été possible, et le grand nombre de figures indique le souci qu'a eu l'auteur de soutenir par l'image son exposé théorique et d'en rendre ainsi l'assimilation plus aisée.

J. D.

***Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels,* par J. Post et B. Neumann.** Tome II, fasc. 1 (chaux, ciments, plâtre, produits céramiques, verre et glaces). — Un volume in-8° de 199 pages, — Hermann, éditeur, Paris. — Prix : broché, 6 fr.

Le livre de MM. Post, professeur à l'Université de Goettingue et Neumann, professeur à l'École supérieure technique de Darmstadt, a déjà été apprécié du public, puisque c'est la deuxième édition française qu'on nous présente aujourd'hui. Les travaux d'analyse chimique dans l'industrie sont extrêmement spécialisés et cela justifie la division du traité complet en fascicules renfermant chacun des questions du même ordre. Toute la fabrication des chaux

ciments, produits céramiques et verres, l'analyse des matières premières et des produits finis, les qualités des produits divers d'après leur constitution, sont exposés avec précision et une grande abondance de détails, qui sont amenés méthodiquement par les phases successives des diverses opérations. L'analyse chimique est assurément très difficile à enseigner en dehors du laboratoire, mais néanmoins les jeunes chimistes peuvent trouver, dans des traités comme celui-ci, une intelligente initiation et une direction expérimentée.

J. D.

# CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

## X[e] Salon de l'Automobile (*Suite*) (1).

### Voitures a Pétrole.

Les tendances déjà signalées lors du dernier salon (2) s'accusent encore plus nettement aujourd'hui; et l'on peut dire que les voitures ne présentent en général aucun dispositif réellement nouveau.

Les *moteurs à 4 cylindres* sont en grande majorité, et un certain nombre de constructeurs les appliquent même aux voiturettes; à notre avis, l'utilité de cette adaptation est discutable, et il est certain que la voiturette avec *moteur monocylindrique* sera toujours moins coûteuse d'achat et d'entretien, tout en présentant un confort suffisant avec un moteur étudié convenablement au point de vue de l'équilibrage. Ce dernier type de voiturettes est fabriqué d'ailleurs par un grand nombre de maisons qui se sont spécialisées dans cette construction et dont certaines ont adopté des dispositions très originales, surtout pour la transmission.

Les *moteurs à 2 cylindres* conservent quelques partisans fidèles qui l'adaptent à la voiture légère et à la voiturette; quant aux *moteurs à 3 cylindres*, ils ne comptent que quelques exemplaires destinés surtout à un service urbain. Enfin, le *moteur à 6 cylindres* se trouve sur beaucoup de châssis exposés, pour des puissances supérieures à 15 H. P.

La discussion des mérites relatifs de ces diverses solutions nous entraînerait trop loin; nous dirons seulement que le moteur monocylindrique convient, à notre avis, à la voiturette, le moteur à 6 cylindres à la grosse voiture de luxe, et que le moteur à 4 cylindres semble être le meilleur pour toutes les catégories intermédiaires; les moteurs à 2 ou 3 cylindres ne nous paraissent intéressants que dans des cas spéciaux, tels que le service de fiacres taximètres.

Les *cylindres* sont le plus souvent fondus par paire ou séparés; l'on rencontre cependant quelques moteurs à 4 et même 6 cylindres fondus d'une seule pièce, et certains moteurs à 6 cylindres comportent 2 groupes de 3 cylindres fondus en un seul bloc. Chaque procédé a des avantages et des inconvénients trop connus pour être rappelés ici; c'est en somme une question de goût, et là, comme pour beaucoup d'autres détails, les constructeurs continuent à suivre leurs préférences personnelles.

Les *soupapes d'admission* sont toujours commandées, sauf dans quelques moteurs monocylindriques peu puissants; les *carburateurs* à ajutages multiples, avec réglage automatique du nombre d'ajutages en fonctionnement suivant la puissance fournie, nous ont paru assez en faveur; c'est là une excellente solution du problème de la carburation pour les puissances au-dessus de 15 H. P.

Les moteurs sont verticaux à quelque rare exception; l'on remarque toutefois un certain nombre de moteurs légers en V, destinés surtout à des aéroplanes ou à des motocyclettes. Toute question de mode à part (et malheureusement en matière d'automobiles le snobisme joue un rôle des plus importants), cette disposition, qui permet de simplifier et d'alléger notablement les moteurs, en conservant une solidité satisfaisante et en réalisant un très bon équilibrage, devrait, selon nous, être adoptée beaucoup plus souvent qu'elle ne l'a été jusqu'ici. (Nous pourrions citer des maisons qui, après avoir établi des modèles irréprochables de ce type, ont été obligées, par la mode, à construire des moteurs verticaux.) Les moteurs horizontaux ont complètement disparus. Les moteurs à deux temps sont toujours peu nombreux; c'est à peine si l'on en compte trois modèles: Ixion, Legros et Tony-Hubert. Ces trois moteurs ont d'ailleurs été sérieusement étudiés, mais ils ne nous paraissent pas encore devoir entrer en concur-

(1). Voir l'*Éclairage Électrique*, t. LIII, 14 déc. 1907, p. 398.
(2). *Eclairage Électrique*, tome L, 5 janvier 1907, p. 2.

rence directe avec les moteurs à quatre temps usuels, car, d'une part, les diverses phases du cycle ainsi obtenu empiètent les unes sur les autres, d'où infériorité au point de vue de la puissance spécifique et du rendement; d'autre part, pour être suffisamment équilibrés au point de vue des masses en mouvement, un moteur à deux temps doit être également établi avec 4 ou 6 cylindres, le *vilebrequin étant identique à celui d'un moteur à 4 temps*, ce qui lui enlève ses avantages au point de vue de la fréquence du couple moteur.

Enfin, il convient de signaler quelques moteurs originaux tels que le moteur duplex Boudreaux-Verdet, le moteur rotatif Burlat frères, dont les 4 cylindres, disposés en croix, tournent à une vitesse égale à la moitié de celle de l'arbre, d'après une très ingénieuse application du théorème de Lahire, les moteurs légers pour aviation Antoinette (Levavasseur), Farcot, Esnault-Pelterie, dont le principe a été signalé récemment (1), etc.

L'*allumage* au moyen de magnétos à haute tension, alimentant des bougies à étincelle, a définitivement prévalu, grâce surtout à l'avantage de la suppression du réglage d'organes délicats tels que les rupteurs. La Société Simms-Bosch lance cette année sur le marché des inflammateurs à commande électromagnétique, basés sur un principe déjà appliqué depuis plusieurs années ; il consiste à opérer la commande des rupteurs au moyen d'un électro-aimant, ce qui permet de supprimer les cames et les leviers nécessaires à une commande mécanique, tout en profitant des avantages de l'allumage à basse tension au point de vue de la simplicité des circuits. L'allumage par bobines d'induction alimentées par piles ou accumulateurs est actuellement en défaveur; cependant, à cause de son prix d'établissement relativement peu élevé, on le rencontre encore sur bon nombre de voiturettes. Signalons enfin une application du système d'inflammation Lodge à haute fréquence qui a été étudié ici-même en détail (2), au moteur à deux temps Legros.

Le *graissage* par circulation d'huile sous pression s'est beaucoup généralisé; adopté depuis longtemps pour les machines à vapeur à grande vitesse, il convient admirablement aux moteurs à explosion de puissance notable. Il amortit les chocs dus au jeu des articulations, procure une économie sensible d'huile, due en partie au refroidissement effectué par la circulation. Le graissage par barbotage conserve néanmoins de nombreux partisans, surtout pour les moteurs monocylindriques de faible puissance.

Le *refroidissement* s'opère comme d'habitude au moyen d'une circulation d'eau assurée par une pompe ou par thermosiphon. La pompe centrifuge est en majorité; quant aux radiateurs, les avis sont toujours partagés, et les radiateurs à ailettes et à nid d'abeilles sont à peu près en égale proportion. Peu de maisons ont adopté, jusqu'ici, le refroidissement à air, qui présente de réels avantages au point de vue du rendement thermique et de la simplicité. A part le moteur rotatif Burlat déjà cité, l'on ne le trouve que sur des voiturettes monocylindriques telles que la Turicum; il est cependant appliqué en Amérique à des moteurs puissants (40 H. P.), et a remporté de brillants succès dans des concours de consommation.

(*A suivre.*) J. B.

* * *

**_Machines à vapeur pour dynamos de la Société Bollinckx._**

La Société anonyme des ateliers de construction H. Bollinckx, à Bruxelles, construit des machines à vapeur spéciales pour la commande des dynamos et alternateurs et vient de reprendre un type qui est en service depuis 5 ans et dont elle a pu vérifier pratiquement tous les avantages. La machine est à 2 cylindres en tandem à compound avec une distribution à soupape, qui permet notamment de supprimer les dash-pots, déclics, grains d'acier employés dans d'autres systèmes. La soupape pose sur son siège après l'ouverture avec une très grande douceur. La figure 1 donne un schéma du dispositif de commande des soupapes.

Les organes d'admission sont commandées par un excentrique placé sur l'arbre de distribution et reliés sans intermédiaire au régulateur, monté lui-même sur l'arbre de distribution. L'attaque se fait par une came de forme appropriée, toujours en contact avec le galet dont le profil est dessiné de manière à déterminer sans déclic, et partant sans choc, une ouverture et une fermeture rapides de l'organe d'admission. L'excentrique d'admission est monté sur un coulisseau calé sur l'arbre de distribution. Cet excentrique est déplacé par le régulateur de façon que son calage et sa course varient avec la charge de la machine.

L'échappement se fait par piston-valve à double

(1) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 16 novembre 1907, p. 241.
(2) Voir *Éclairage Électrique*, t. LIII, 28 sept. 1907, p. 438.

passage dont le mouvement de va-et-vient entraîne les huiles déposées par la vapeur sur les surfaces de contact.

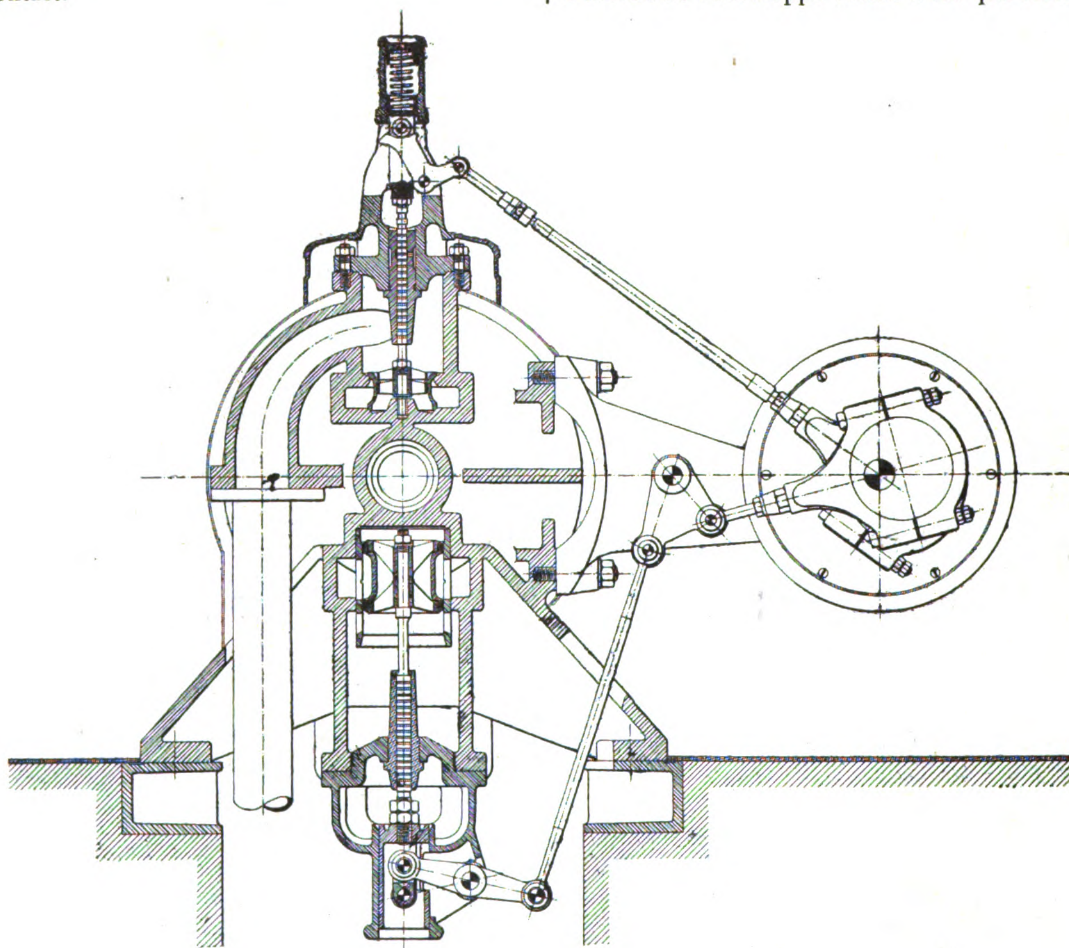


Fig. 1.

Le régulateur se trouve calé sur l'arbre portant les excentriques de distribution. Il se compose de deux masses pivotant sur un support fixé à l'arbre de distribution, soumises à l'action de la force centrifuge et reliées d'un côté par un ressort, de l'autre par des bielles d'accouplement à une enveloppe formant volant. Dès qu'une accélération de vitesse est sur le point de se produire, l'inertie de l'enveloppe-volant absorbe une partie de la force du ressort et la force centripète, se trouvant diminuée, aide les masses à s'écarter immédiatement sans qu'il soit pour cela besoin d'un accroissement de la vitesse centrifuge.

L'inverse a lieu en cas de retard.

Les excentriques de distribution étant déplacés par l'enveloppe-volant, la variation de l'admission précède le changement intégral de la vitesse. L'effet d'inertie de l'enveloppe-volant n'est que momentané et disparaît dès que la vitesse redevient uniforme. Le déplacement de l'enveloppe-volant par rapport à l'arbre a modifié la tension du ressort, tension qui se transmet de nouveau aux masses amenées par avance à leur position d'équilibre.

C'est par la combinaison de cet effet d'inertie, agissant instantanément et temporairement, avec des variations de force centrifuge qui agissent de concert après chaque changement, qu'on a pu établir ce système de régulateur à action immédiate, à stabilité extrême, de parfaite sensibilité.

Il nous suffira de mentionner que, grâce à ce régulateur, on peut mettre en parallèle des génératrices à courant polyphasé, sans avoir à se préoccuper de la répartition des charges sur les machines.

Telle est la disposition générale des organes de distribution et de réglage de cette machine à vapeur. C. R.

## TRACTION

### France.

La Compagnie des chemins de fer du Midi vient de commander à la Compagnie Centrale de Construction à Haine-Saint-Pierre, 500 wagons.

*Ain.* — Le Conseil Général a décidé d'affecter 83 000 francs à la construction de la ligne de Bourg à la Madeleine et 302 000 francs à la construction de diverses autres lignes.

*Morbihan.* — Est déclaré d'utilité publique l'établissement d'un chemin de fer d'intérêt local, à voie d'un mètre, entre le terminus actuel de la ligne de Locminé à la Roche-Bernard, par Vannes, et la gare définitive à établir à la Roche-Bernard.

*Doubs.* — Le Conseil municipal de Pontarlier a voté une subvention de 50 000 francs pour l'établissement du chemin de fer d'Amathay-Vésigneux.

*Deux-Sèvres.* — Est déclaré d'utilité publique l'établissement d'un tramway entre Saint-Maixent et Coulonges par Champdeniers, avec prolongement de Coulonges à Saint-Laurs.

### Allemagne.

L'État prussien vient de commander : 710 locomotives de la valeur de 49 millions de marks, 2 105 wagons de voyageurs pour 39 millions et 14 160 wagons de marchandises pour 45 millions, soit au total pour 133 millions; pour le budget prochain, il est prévu une commande de 680 locomotives pour 40 millions et 10 000 wagons de marchandises vont, en outre, être prochainement commandés. Les dépenses de cette importante commande devront être couvertes par voie d'emprunt.

### Russie.

En Pologne, la Société des charbonnages comte Renard termine la construction de sa nouvelle station d'électricité, pour actionner électriquement toutes les installations de ses mines et usines. Comme l'importance des constructions établies à cette fin dépasse de beaucoup les besoins de la société en force électrique, celle-ci est en pourparlers pour que la construction du tramway électrique allant de Sosnowice à Dombrowo lui soit rétrocédée, pour desservir cette ligne par la station électrique.

## LÉGISLATION

La Chambre de commerce de Philippeville est autorisée, par décret du 3 décembre 1907, à avancer au gouvernement général de l'Algérie une somme de 3 817 francs en vue de l'établissement d'un circuit téléphonique Collo-Chéraïa.

La Chambre de commerce de Mâcon (Saône-et-Loire) est autorisée, par décret du 3 décembre 1907, à avancer à l'État une somme de 1 200 francs en vue de l'établissement d'un circuit téléphonique de la Maison-Blanche à Romanèche-Thorins et d'une cabine publique à la Maison-Blanche.

La Chambre de commerce de Meaux (Seine-et-Marne) est autorisée, par décret du 30 novembre 1907, à avancer à l'État une somme de 19 890 francs en vue de l'établissement d'un deuxième circuit téléphonique entre Paris et Lagny.

## BREVETS (1)

380 739, du 10 août 1907. — Société Siemens et Halske. — Système de transmission électrique.

380 841, du 14 août 1907. — Sullivan. — Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques.

380 842, du 14 août 1907. — Sullivan. — Dispositif à articulation réglable pour le montage des récepteurs sur les casques des téléphonistes.

380 853, du 16 août 1907. — Stone, Stone. — Perfectionnements à la télégraphie sans fils.

380 893, du 23 avril 1907. — Turner. — Système de téléphone.

380 921, du 28 juin 1907. — Graham. — Tableau de communications téléphoniques.

380 707, du 16 octobre 1906. — Rivaux. — Pile électrique.

380 731, du 9 août 1907. — Société Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke. — Machine électrique monophasée à collecteur.

380 086, du 13 août 1907. — Ben Tayoux. — Machine magnéto-électrique.

(1) Liste communiquée par M. H. Josse, ingénieur conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

380 871, du 17 août 1907. — Abestos Wood C°. — Matières isolantes et leur mode de production.

380 905, du 1er juin 1907. — Société Faconetsen-Walzwerk L. Mannstaedt Cie. — Chevalet pour conducteurs électriques.

380 907, du 6 juin 1907. — Pirdschun. — Interrupteur automatique.

380 739, du 10 août 1907. — Société Siemens et Halske. — Procédé pour la fabrication des lampes électriques.

380 740, du 10 août 1907. — Société Siemens et Halske. — Procédé pour la fabrication de filaments pour lampes.

380 802, du 13 août 1907. — Société Ges. fur verwertung chemischer produkte. — Procédé de fabrication de corps incandescents.

380 807, du 14 août 1907. — Szubert. — Lampe à arc électrique.

380 855, du 16 août 1907. — Davis. — Perfectionnements aux douilles de lampes à incandescence.

380 881 du 17 août 1907. — Société Brenot Frères. — Système de serrage des supports de lampes à incandescence.

380 984, du 19 août 1907. — Lohmuller. — Dispositif destiné à remplacer les cabines téléphoniques.

380 934, du 8 juillet 1907. — Société Ernst Etsemann. — Armature pour inducteurs magnétiques.

381 065, du 21 août 1907. — Société Saxon Engeneering C°. — Machine à faire les enroulements d'induits.

381 110, du 23 août 1907. — Somerville. — Générateur à aimant permanent.

380 938, du 10 juin 1907. — Lenner. — Soupapes automatiques électro-magnétiques.

390 954, du 29 juillet 1907. — Wappler et Fayer. — Système d'interrupteur pour circuits électriques.

381 017, du 20 août 1907. — Baumann. — Compteur d'électricité.

381 023, du 20 août 1907. — Artom. — Appareil transmetteur d'ondes électriques.

381 029, du 20 août 1907. — Laird. — Commutateur horaire.

381 112 du 23 août 1907. — Berne. — Fixation des pièces métalliques dans les blocs de charbon employés en électricité.

381 031, du 20 août 1907. — Société The Westinghouse Metal filament lamp Cy. — Connexion conductrice entre les filaments de lampe et les électros de prise de courant et procédé pour sa production.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de métal de l'Amérique du Nord se sont élevés pendant le mois de novembre à 34 489 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 1 495 tonnes, ceux d'autres pays à 3 894 tonnes, les affrètements du Chili à 1 950 tonnes et ceux d'Australie à 1 400 tonnes. Durant ce même mois les approvisionnements ont été de 43 228 tonnes et les livraisons de 40 167 tonnes. Les approvisionnements visibles ont donc augmenté de 4 tonnes seulement depuis le 15 novembre et de 3 061 tonnes depuis le 31 octobre. Pas d'expéditions de cuivre Standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique.

Voici la statistique comparative publiée par MM. Merton et Cie :

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 | | | 30 nov. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 30 nov. | 15 nov. | 31 oct. | 1906 | 1905 |
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots. . . . . . . T. | 707 | 617 | 580 | 550 | 1 007 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais. . . . . . . . | 225 | 325 | 550 | 4 120 | 2 975 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard. . . . . . . . . | 3 992 | 3 717 | 1 292 | 49 | » |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham. . . . . . . . . | 2 180 | 1 136 | 1 016 | 799 | 441 |
| T. | 7 104 | 5 795 | 3 438 | 5 518 | 4 423 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin). . . . . . . | 1 016 | 903 | 811 | 455 | 231 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin. . . . . . | 2 069 | 1 962 | 1 804 | 1 645 | 1 086 |
| T. | 10 189 | 8 660 | 6 063 | 7 648 | 5 740 |
| Avis du Chili. . . . . . . . . | 2 400 | 2 175 | 2 025 | 2 625 | 3 700 |
| Avis d'Australie. . . . . . . | 3 200 | 4 950 | 4 650 | 4 000 | 4 250 |
| Totaux. . . . . . T. | 15 789 | 15 785 | 12 728 | 14 243 | 13 690 |
| Prix du G.-M.-B. et du cuivre Standard par tonne. . . . . | 63,0 | 58,5 | 67,0 | 102,12,6 | 77,15 |

Les approvisionnements et les délivraisons ont été :

| | 1907 | | 1906 | | 1905 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. |
| En novembre. . T. | 43 228 | 40 168 | 28 168 | 26 904 | 21 333 | 23 415 |
| Douze mois finissant le 30 novembre. . | 349 165 | 347 619 | 336 865 | 336 312 | 309 960 | 312 314 |

*
* *

Le tableau ci-dessous donne le nombre des usines raffinant le cuivre en vue de sa conversion en élec-

trolytique dans les différents pays où l'on procède à cette opération :

| | | |
|---|---|---|
| Amérique (États-Unis et Canada). | 11 = 86,5 %. | de la production totale. |
| Royaume-Uni. . . . . . | 6 = 8,8 %. | |
| Allemagne. . . . . . . | 9 | |
| France. . . . . . . . | 4 | |
| Russie. . . . . . . . . | 2 | |
| Autriche-Hongrie. . . . . | 2 | |
| Japon. . . . . . . . . | 2 | |
| Total. . . . | 36 usines. | |

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

*Société J. Laroche-Lechat et Cie.* — Courroies de transmission. — Capital : 2 000 000 francs. — Siège social : 88 et 90, rue de Lannoy. Lille.

*Société hydro-électrique de l'Eau d'Olle.* — Constituée le 11 octobre 1907. — Capital : 1 200 000 francs. — Siège social : Lancey (Isère).

*Société anonyme d'Électricité de l'Arize.* — Constituée le 30 août 1907. — Capital : 50 000 francs. — Siège social : 74, place du Jardinage. Pamiers (Ariège).

*Société pour la soudure autogène de l'aluminium.* — Capital : 1 000 000 francs. — Siège social : Zurich.

*Société anonyme des Aciers comprimés Gap.* — Constituée le 7 novembre 1907. — Capital : 350 000 fr. — Siège social : 52, boulevard Haussmann, Paris.

*Société de production et de distribution électrique.* — Capital : 250 000 francs. — Siège social : 19, rue Confort, Lyon.

*Société Roubaisienne d'éclairage par le gaz et l'électricité.* — Capital : 3 000 000 francs. — Siège social : 69, rue Miromesnil, Paris.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est. Jeumont.*

Bulletin, n° 8, octobre 1907. — Des pompes centrifuges système Rateau à basse pression.

*Allgemeine Elecktricitäts-Gesellschaft, Berlin.*

Die Anwendung der Schützensteuerung für Spezialantriebe.

*Siemens-Schuckert Werke. Berlin.* — *Compagnie Générale d'Électricité de Creil. Paris.*

Hörnerblitzableiter für elektrische Strassenbahnanlagen.

Selbsttätige Luftdruckbremse für Strassenbahnen.

Bahn-Motoren mit Wendepolen.

*Société Anonyme des Ateliers de Construction H. Bollinckx. Bruxelles.*

Machines à vapeur pour dynamos.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Société d'éclairage électrique du secteur de la place Clichy.* — Les comptes de l'exercice 1906-1907 soldent par un bénéfice, toutes charges déduites, de 704 912 fr. 95 en légère diminution sur celui de l'année précédente, qui avait été de 715 867 francs. Les recettes d'exploitation ont passé de 6 084 608 fr. 20 en 1905-1906 à 6 589 205 fr. 30, soit une augmentation de 504 597 fr. 10, ce qui prouve un accroissement sensible de la clientèle ; mais, si les charges normales n'ont guère varié, la diminution du produit net s'explique par la provision de 400 000 francs pour indemnités à verser aux secteurs abrégés, qui figure aux dépenses. Quoi qu'il en soit, le dividende est maintenu au chiffre de l'an dernier, soit 45 francs, ce qui exige 540 000 francs ; le solde est réparti entre la réserve légale, les amortissements, tantièmes, etc.

Voici le bilan au 30 juin 1907 approuvé par l'assemblée générale du 31 octobre.

ACTIF

| | | |
|---|---|---|
| Usines. . . . . . . . | 8 547 698fr,25 | |
| — moins dépréciation. . | 584 324 75 | |
| | | 7 963 373fr,50 |
| Réseau ancien. . . . . . | 6 882 309 95 | |
| — moins dépréciation. . | 6 882 309 95 | |
| | | pour mémoire. |
| Réseau nouveau. . . . . . . . . . | | 6 286fr,55 |
| Voies privées . . . . . . . . . | | 68 853 15 |
| Appareillage . . . . . . . . . | | 4 252 30 |
| Matériel d'éclairage public. . . . . . | | 49 790 20 |
| Branchements. . . . . . . . . . . | | 3 415 753 85 |
| Compteurs. . . . . . . . . . . . | | 1 379 037 85 |
| Stations régulatrices . . . . . . . . | | 348 446 60 |
| Transformateurs. . . . . . . . . | | 4 812 05 |
| Rue Nollet. . . . . . . . . . . | | 7 536 85 |
| Magasin, existences à l'inventaire. . . . . | | 422 492 15 |
| Cautionnements. . . . . . . . . | | 205 736 30 |
| Caisse, espèces. . . . . . | 13 071fr,45 | |
| Débiteurs banquiers. . . . | 1 602 068 35 | |
| Débiteurs divers . . . . | 447 562 90 | |
| | | 2 062 702 70 |
| Maisons de rapport. . . . . . . . | | 694 567 10 |
| Valeurs en portefeuille. . . . . . . | | 5 519 405 25 |
| | | 22 153 046fr,40 |

PASSIF

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Capital | | | 6 000 000fr | » |
| Obligations | 9 000 000fr | » | | |
| — remboursements | 9 000 000 | » | | |
| | | | pour mémoire. | |
| Réserve légale | | | 600 000fr | » |
| — spéciale | | | 1 100 000 | » |
| Amortissement (art. 51 des statuts) | | | 5 995 087 | 05 |
| Amortissement industriel | | | 4 124 824 | 45 |
| Réserve pour amortissement éventuel du portefeuille | | | 2 000 000 | » |
| Provision pour indemnité aux secteurs abrégés | 400 000fr | » | | |
| Créanciers divers | 867 992 | 55 | | |
| Coupons d'actions | 2 680 | 70 | | |
| Coupons d'obligations | 1 548 | 70 | | |
| Obligations non encore présentées au remboursement | 356 000 | » | | |
| | | | 1 628 221fr,95 | |
| Compte de profits et pertes | | | 704 912 | 95 |
| | | | 22 153 046fr,40 | |

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

ACTIF

| | | |
|---|---|---|
| Jetons des administrateurs | 151 550fr,95 | |
| Rémunération des commissaires des comptes | 1 800 | » |
| Intérêts des obligations | 114 765 | » |
| Participation de la ville de Paris | 808 177 | 15 |
| Gratifications au personnel | 213 570 | 15 |
| Frais de prorogation | 103 059 | 70 |
| Perte subie sur réalisation de matériel | 425 491 | 85 |
| Dépréciation du réseau (solde) | 133 309 | 95 |
| Amortissement industriel | 1 624 824 | 45 |
| Réserve pour amortissement éventuel du portefeuille | 275 000 | » |
| Solde créditeur | 704 912 | 95 |
| | 4 056 462fr,15 | |

PASSIF

*Recettes de l'exploitation.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Éclairage public et municipal | 135 432fr,10 | | | |
| Éclairage privé | 5 520 863 | 45 | | |
| Recettes diverses | 932 909 | 75 | 6 589 205fr,30 | |
| Dont à déduire : | | | | |
| Dépenses de l'exploitation | 1 308 853fr,90 | | | |
| Courant du triphasé | 1 091 577 | 95 | | |
| | | | 2 400 431 | 85 |
| Produits bruts de l'exploitation | | | 4 188 773fr,45 | |
| Moins : provision pour l'indemnité à verser aux secteurs abrégés | | | 400 000 | » |
| Produits nets de l'exploitation | | | 3 788 773fr,45 | |
| Plus : intérêts des valeurs en portefeuille et intérêts divers | | | 267 688 | 70 |
| | | | 4 056 462fr,15 | |

Jusqu'au 31 décembre 1907 les actionnaires de cette société peuvent échanger deux de leurs titres contre une action de la Compagnie parisienne de distribution d'électricité moyennant versement de fr. 61-10 par action achetée; ils pourront en outre souscrire à titre irréductible le nombre de titres qu'ils désireront.

*Compagnie générale d'électricité, Paris.* — Le bénéfice net de 1906-1907 se chiffre à 4 095 443 francs, dont 2 millions de bénéfices exceptionnels ; celui de l'exercice précédent avait été de 1 813 471 francs. Le dividende proposé est de 30 francs contre 27 fr. 50 pour 1905-1906.

*Omnium Lyonnais de Chemins de fer et Tramways.* — Le 28 novembre s'est tenue, à Lyon, l'assemblée générale ordinaire des actionnaires.

Les résultats de l'exercice 1906-1907 ont été à peu près les mêmes que ceux de 1905-1906. Les produits se sont élevés à 1 326 080 francs contre 1 233 455 francs pour l'exercice précédent.

Le dividende a été maintenu à 6 francs, soit 6 %. Il sera payé sous déduction des impôts de finance à partir du 10 décembre 1907.

*Rapport.* — Le rapport signale l'état des diverses affaires de chemins de fer et de tramways exploitées par la Société.

Voici la reproduction du passage concernant le chemin électrique souterrain nord-sud de Paris :

« Nous vous faisions connaître l'an dernier que les travaux d'infrastructure du chemin de fer nord-sud étaient en pleine activité sur la rive gauche jusqu'à la Seine et sur la rive droite entre la gare Saint-Lazare et la porte de Saint-Ouen. Nous avons la satisfaction de vous annoncer que, toujours sous la direction de M. Bechmann, ils se sont continués de part et d'autres dans les meilleures conditions.

« Les boucliers, destinés à réaliser le passage tubulaire sous la Seine, ont été mis en marche et s'avancent avec la parfaite régularité qui est la caractéristique de ces remarquables engins.

« Deux adjudications nouvelles, prononcées le 19 février et le 22 mai, et qui ont donné sur les prix de base des rabais analogues à ceux réalisés précédemment, ont permis, la première d'entreprendre et de mener assez rapidement les travaux compris entre la Seine et la gare Saint-Lazare, qui sont déjà très avancés sous les places de la Concorde et de la Madeleine, dans la rue Tronchet et place du Havre ; la seconde d'établir les chantiers pour l'exécution

des ouvrages compris entre la rue Saint-Lazare et la place Pigalle qui sont commencés et ne tarderont pas à recevoir une rapide impulsion.

« Sur toute la longueur des lignes déclarées d'utilité publique, les travaux d'infrastructure sont donc en bonne voie et l'on peut, dès à présent, en prévoir l'achèvement pour le courant ou tout au moins vers la fin de l'année 1908.

« On n'a rencontré jusqu'à ce jour, ni dans la nature des terrains, ni dans les nappes souterraines, ni dans les rues étroites bordées de maisons anciennes et en médiocre état, ni dans les sections restant à ouvrir du boulevard Raspail, les difficultés que l'on pouvait redouter, ou, du moins, les moyens mis en œuvre, les précautions prises, les travaux confortatifs entrepris préventivement ont permis de triompher des obstacles sans que jusqu'à présent les estimations primitives semblent devoir être dépassées.

« En même temps que s'achèveront les travaux d'infrastructure, il sera procédé, avant la mise en exploitation, aux travaux de superstructure.

« Les premiers projets relatifs à ces travaux, ceux concernant la voie d'une part, le matériel roulant, de l'autre, ont été produits : l'un d'eux, celui relatif au matériel roulant, est approuvé et les commandes en préparation. Les études se poursuivent activement pour l'équipement, la transmission du courant de traction, la construction des ateliers et du dépôt.

« La convention relative au prolongement de la ligne principale entre la place des Abbesses et la place Jules-Joffrin (mairie du 18e arrondissement) a été signée le 10 mai : l'instruction a été commencée dès lors en vue de la déclaration d'utilité publique qui interviendra sans doute à bref délai.

« La concession de l'embranchement de longueur restreinte, qui relierait la porte de Clichy à la ligne de la gare Saint-Lazare à la porte de Saint-Ouen et qui semble devoir apporter à cette ligne un accroissement notable de trafic, a été très favorable et sera sans doute prochainement soumise aux délibérations du conseil municipal. »

La conclusion du rapport du conseil est :

« Les résultats qui viennent de vous être soumis vous prouvent que nous pouvons envisager l'avenir avec confiance et sécurité.

« Qu'il nous soit permis toutefois de souhaiter que, dans la discussion des lois sociales en préparation, les pouvoirs publics tiennent le plus grand compte des conditions spéciales qui régissent l'industrie des tramways.

« En effet, tandis que l'industrie pourra, dans une certaine mesure, par l'augmentation du prix de ses produits, compenser les charges nouvelles découlant de l'application de ces lois, l'exploitant de tramways, lié par des conventions et cahiers des charges, fixant, pendant la durée de sa concession, le prix des transports, les subirait sans compensation possible. »

| | |
|---|---|
| *Répartition.* — Les produits de l'exercice 1906-07 se sont élevés à. . . . . | 1 326 080fr,45 |
| contre 1 233 455 fr. 35 l'année dernière. | |
| Il y a lieu d'en déduire les frais généraux. . . . . . . . . . . | 242 627 80 |
| en diminution de 5 101 fr. 17 sur l'année dernière, ce qui laisse un | |
| produit de.. . . . . . . . . . | 1 083 452fr,65 |
| contre 985 726 fr. 38 au 30 juin 1906. | |
| En réduisant la somme de. . . . . | 450 000 00 |
| portée au « Fonds de prévoyance » le bénéfice net de l'exercice 1906-07 ressort à. . . . . . . . . . | 633 452fr,65 |
| auquel il convient d'ajouter le report de l'exercice précédent. . . . | 65 862 01 |
| donnant un solde créditeur de. . . | 699 314fr,66 |
| que nous vous proposons de répartir ainsi qu'il suit : | |
| 5 % à la réserve légale, sur 633 452 fr. 65, soit.. . . . . . . . . . . . | 31 672fr,63 |
| Dividence de 6 % aux 100 000 actions.. . . . . . . . . . . . | 600 000 00 |
| Report à nouveau. . . . . . . . | 67 642 03 |
| Total égal.. . . . . . . | 699 314fr,66 |

BILAN AU 30 JUIN 1907

ACTIF

| | |
|---|---|
| Immeuble. . . . . . . . . . . . | 700 000fr,00 |
| Caisse et disponibilités en banque. . . | 1 105 108 09 |
| Coupons à encaisser. . . . . . . . | 46 926 85 |
| Débiteurs : | |
| Divers. . . . . . . . . . . . . | 954 001 00 |
| Avances aux filiales. . . . . . . . | 1 490 001 00 |
| Portefeuille : | |
| Titres des filiales. . . . . . . . . | 4 545 498 80 |
| Titres divers : actions. . . . . . . . | 2 646 886 58 |
| Titres divers : obligations.. . . . . . | 1 844 484 20 |
| Comptes Nord-Sud de Paris et de St-Étienne-Firminy-Rive-de-Gier. . | 654 602 19 |
| Études. . . . . . . . . . . . . | 26 657 35 |
| Usine d'Arudy. . . . . . . . . . | 1 00 |
| Approvisionnements à Arudy.. . . . | 1 00 |
| Frais de premier établissement. . . . | 1 00 |
| Brevets. . . . . . . . . . . . . | 1 00 |
| Mobiliers.. . . . . . . . . . . . | 1 00 |
| Total de l'actif.. . . . . | 14 014 175fr,48 |

PASSIF

| | |
|---|---|
| Capital social | 10 000 000fr,00 |
| Créanciers divers | 686 742 82 |
| Coupons Omnium Lyonnais | 16 756 85 |
| Réserve légale | 111 361 15 |
| Fonds de prévoyance : | |
| Au 30 juin 1906 | 2 050 000 00 |
| Augmentation en 1906-1907 | 450 000 00 |
| Profits et pertes : | |
| Bénéfice net de l'exercice 1906-07 | 633 452 65 |
| Report de l'exercice précédent | 65 862 01 |
| TOTAL DU PASSIF | 14 014 175fr,48 |

COMPTES DE PROFITS ET PERTES

| | |
|---|---|
| Frais généraux | 242 627fr,80 |
| Fonds de prévoyance | 450 000 00 |
| Solde créditeur | 699 314 66 |
| | 1 391 942fr,46 |
| Produits de l'exercice | 1 326 080fr,45 |
| Report de l'exercice précédent | 65 862 01 |
| | 1 391 942fr,46 |

*Le Creusot.* — Le bénéfice de l'exercice clos le 30 avril dernier s'est élevé à 6 737 491 francs contre 6 649 820 francs pour l'exercice précédent. Le dividende est de 80 francs, comme pour 1905-1906, ainsi que nous l'avons déjà annoncé.

D'après *la Métallurgie*, Le Creusot vient d'acquérir près de 300 hectares de terrains dans les environs de Mars-la-Tour, afin d'y établir une succursale de ses vastes établissements. Déjà des pourparlers ont été engagés avec la Compagnie des chemins de fer de l'Est en vue d'un raccordement avec la ligne de Nancy à Conflans et Longwy.

On annonce que l'administration espagnole de la guerre aurait décidé de remplacer ses canons de montagne à tir rapide par des pièces commandées au Creusot.

*Tramways-Sud.* — Les recettes de cette filiale de la Thomson pour octobre sont en diminution de 55 000 francs sur octobre 1906 et en augmentation de 68 000 francs sur septembre 1907.

*Société l'Éclairage électrique, Paris.* — Dividende 1906-1907, de 15 francs (13 fr. 85 net) par action (coupon n° 20) et 3 francs (2 fr. 75 net) par part (coupon n° 4).

*Compagnie de Fives-Lille.* — Cette société, dont les cinq derniers exercices, y compris 1905-1906, avaient été très mauvais, peut se montrer satisfaite des résultats de celui clos le 30 juin dernier ; il accuse, en effet, un bénéfice net de 1 103 811 francs, alors que le précédent enregistrait une perte de 77 230 francs. Ce bénéfice a permis d'éteindre le passif figurant au bilan de l'an dernier et de reporter à nouveau 233 511 francs.

Voici la comparaison des trois derniers bilans au 30 juin :

ACTIF

| | | 1907 | 1906 | 1905 |
|---|---|---|---|---|
| Immobilisé et à amortir | fr. | 21 155 859 | 20 153 960 | 19 920 622 |
| Réalisable et disponible | | 23 912 278 | 23 825 308 | 24 986 921 |
| Pertes | | » | 864 299 | 787 070 |
| TOTAUX | fr. | 45 068 137 | 44 843 567 | 45 694 613 |

PASSIF

| | | 1907 | 1906 | 1905 |
|---|---|---|---|---|
| Envers la société : capital | fr. | 12 000 000 | 12 000 000 | 12 000 000 |
| — réserves | | 14 884 309 | 15 251 265 | 15 249 038 |
| Envers les tiers : obligations | | 11 675 025 | 11 875 000 | 12 179 700 |
| — créditeurs | | 6 269 292 | 5 717 302 | 6 265 875 |
| Bénéfices | | 239 311 | » | » |
| TOTAUX | fr. | 45 068 137 | 44 843 567 | 45 694 613 |

*Ouest-Lumière.* — L'assemblée du 22 novembre des actionnaires de cette Société a approuvé les comptes, qui se soldent par un bénéfice de 853 257 francs, et voté un dividende de 6 francs par action.

*L'Énergie électrique du Nord de la France.* — Cette Société, constituée le 20 mars 1907 au capital initial de 1 500 000 francs, porté ensuite à 4 500 000 francs, a pour objet la création et l'exploitation de stations centrales d'électricité à Wasquehal et Marquette et d'un réseau de distribution devant s'étendre dans tout l'arrondissement de Lille pour vendre la force motrice et l'éclairage dans cette région.

La Société est déjà concessionnaire de l'éclairage électrique des villes de La Madeleine, Linselles, Deulemont et Lezennes. Par décret du 9 juillet dernier elle a obtenu, pour une période allant du 1er janvier 1910 jusqu'en 1940, la concession de l'éclairage et du chauffage par le gaz et de l'éclairage électrique de Roubaix ; pour cette exploitation elle constitue une société filiale à laquelle elle fournira en gros le courant.

L'Énergie électrique du Nord a passé des contrats pour la fourniture du courant à la Compagnie nouvelle des tramways de Roubaix-Tourcoing et à la société l'Électrique Lille-Roubaix-Tourcoing. Elle a traité également avec des industriels du Nord. L'usine de Wasquehal, reliée au canal et au chemin de fer, aura une puissance de 10 500 kilowatts dès

avril 1908, soit environ 15 000 chevaux. Une deuxième étape portera la puissance de l'usine à 25 000 kilowatts, soit 35 000 chevaux ; dès que cette puissance sera devenue insuffisante, la Société procédera à la construction d'une autre usine à Marquette, où elle possède un terrain de 15 hectares.

Le capital engagé pour l'achèvement complet de la première étape (15 000 chevaux) s'élève à environ 9 millions, comprenant les 4 500 000 francs d'actions et les 4 500 000 francs d'obligations.

En tablant sur un prix de revient de 0 fr. 05 et sur un prix de vente de 0 fr. 09, on estime qu'au printemps 1908, lors de la mise en marche des nouvelles unités, le bénéfice annuel atteindra 700 000 francs, le service des obligations représentant une annuité de 245 000 francs.

*Métropolitain.* — Les enquêtes ouvertes pour la déclaration d'utilité publique d'un embranchement vers la porte de Sèvres et le pont Mirabeau et pour l'établissement d'une ligne complémentaire de la Bastille à la porte de Picpus viennent d'être approuvées par le conseil municipal. Le conseil a voté également le prolongement de la ligne n° 3 jusqu'à la porte Champerret et le projet d'embranchement de la ligne n° 7 vers la porte de la Villette.

*Tramways de Paris et du département de la Seine (Tramways-Nord).* — Les administrateurs de cette Compagnie viennent de signer avec ceux des Tramways mécaniques l'accord intervenu entre ces deux sociétés dont nous avons déjà parlé dans notre Numéro du 7 décembre. Cet accord stipule que les Tramways-Nord reprennent pour 2 500 000 francs la ligne de Saint-Germain ; qu'ils paient 600 000 francs pour le matériel des Tramways mécaniques qui se trouve à Bezons et que, pour les autres lignes qui leur sont affermées, ils auront à payer une redevance de 16 % des recettes, portée à 20 % si celles-ci dépassent 2 750 000 francs. Le droit d'option sur les actions Tramways-Nord à créer doit être exercé à raison de 15 actions Tramways mécaniques contre une nouvelle action.

*Société Sud-Electrique.* — L'assemblée générale de cette Société a eu lieu le 4 décembre. Voici les principaux passages du rapport du conseil d'administration :

« Au point de vue commercial, tout en développant notre clientèle et nos installations dans les centres qui se trouvent déjà en exploitation, nous avons incorporé à nos réseaux, soit en les obtenant directement des pouvoirs publics, soit en les reprenant à leurs détenteurs d'origine, un certain nombre de concessions nouvelles situées dans la zone que nous sommes appelés à desservir.

« Nous avons ainsi recherché et obtenu les concessions de : Génerac, Bernis, Lédignan, Boucoiran, Lézan, Vézenobres, etc.

« Nous avons repris à M. Luc Court la concession de Courthézon ; à l'Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen celles de Fontvieille, Fourques, Paradou et Maussane ; à M. Soguel, les concessions de Barbentane et Rognonas ; à la Société Arlésienne d'Électricité, l'usine et le réseau d'Arles dans les conditions que nous vous avons indiquées. »

Le rapport constate ensuite que l'extension des affaires de la Société s'est trouvé favorisée par suite d'accords intervenus avec plusieurs Sociétés gazières ou électriques, ainsi que par la participation prise à l'Exposition d'Avignon. Aussi, malgré les difficultés rencontrées, malgré les retards causés par les inondations du Midi, peut-on espérer prochaine la période d'exploitation normale.

« Les Assemblées générales extraordinaires auxquelles vous avez pris part à l'issue de notre dernière assemblée ordinaire, nous ont fourni, par l'augmentation de capital de notre Société de 3 100 000 francs à 6 000 000 de francs, les ressources nécessaires pour faire face aux dépenses d'établissement afférentes à la première partie de notre réseau.

« La réalisation complète de notre programme comporte une dépense complémentaire d'établissement à laquelle il sera pourvu au moyen d'une émission de 6 000 000 de francs d'obligations 5 % amortissables en 35 années, dont votre Conseil a décidé la création en conformité de l'article 23 des statuts et qui sont, dès à présent, en voie de placement. »

Le rapport aborde ensuite l'examen des diverses entreprises auxquelles la Société est intéressée, telles que la Société Nîmoise d'Éclairage et de Force motrice par l'Électricité, la Société Avignonnaise d'Électricité et la Société des Forces motrices de la Vis, et constate que la situation de ces trois affaires est bonne et susceptible, par là même, de réserver des avantages à la Société.

Voici les chiffres du rapport des commissaires des comptes. A l'actif, le total des immobilisations s'élève à 5 965 109 fr. 62, l'actif réalisable à 1 549 200 fr. 91, l'actif disponible à 1 219 463 fr. 53, et les comptes d'ordre à 24 923 fr. 83. Au passif,

pour un capital de 6 millions, les réserves s'élèvent à 21 500 francs ; les obligations figurent pour 478 500 francs, et les exigibilités se chiffrent par 2 258 697 fr. 89.

*Société d'applications industrielles, Paris.* — A l'assemblée générale du 4 décembre, le dividende a été fixé à 30 francs par action.

*Société industrielle des téléphones.* — L'exercice 1906-1907 a bénéficié de l'amélioration des affaires et le résultat final se traduit par un disponible de 1 778 203 francs, contre 1 603 334 francs pour l'exercice précédent. En voici la répartition : amortissement, 644 999 francs ; à la réserve légale, 54 224 francs ; dividende (16 fr. 50 contre 15 francs l'an dernier), 990 000 francs ; tantièmes, 56 847 francs ; report à nouveau 62 133 francs.

Les deux derniers bilans au 30 juin se résument ainsi :

| Actif. | 1907. | 1906. |
|---|---|---|
| *Immobilisé et à amortir.* . . . | 14 890 511 fr. | 14 572 407 fr. |
| *Réalisable et disponible.* . . . | 17 996 985 | 17 141 987 |
| Totaux. . . | 32 887 496 fr. | 71 314 394 fr. |

| Passif. | | |
|---|---|---|
| *Envers la société* : capital. . | 18 000 000 fr. | 18 000 000 fr. |
| *Id.* réserve. . | 618 323 | 573 701 |
| *Envers les tiers* : obligations. | 8 922 000 | 9 026 000 |
| *Id.* créditeurs.. | 3 568 970 | 2 511 359 |
| *Bénéfices.* . . . . . . . | 1 778 203 | 1 603 334 |
| Totaux. . . | 32 887 496 fr. | 31 714 394 fr. |

*Société des forces motrices de la Haute-Durance.* — Bilan général au 31 décembre 1906.

Actif.

§ 1er. — *Engagements sociaux.*

| | | |
|---|---|---|
| Actionnaires. . . . . . . . . | 2 275 000 fr. | » |

§ 2. — *Immobilisations.*

| | | |
|---|---|---|
| Apports payés en actions. . . . | 1 000 000 | » |
| Terrains et immeubles. . . . . | 1 072 700 | » |
| Dépenses de 1er établissement.. . | 123 613 | 56 |
| Études et projets divers. . . . . | 25 819 | 11 |
| Payements sur travaux en cours. . | 380 000 | » |

§ 3. — *Actif réalisable.*

*a*) A terme.

| | | |
|---|---|---|
| Mobilier-agencement.. . . . . | 1 096 | 05 |
| Outillage. . . . . . . . . . | 4 200 | 30 |

*b*) Disponible.

| | | |
|---|---|---|
| Espèces en caisses ou en banque. . | 558 113 | 60 |
| Débiteurs divers. . . . . . . . | 88 513 | 35 |
| Impôt sur le revenu. . . . . . | 3 952 | 78 |

§ 4. — *Comptes divers.*

| | | |
|---|---|---|
| Frais de constitution.. . . . . | 31 435 | 30 |
| Total. . . | 5 564 444 fr. | 05 |

Passif.

§ 1er. — *Engagements sociaux.*

| | | |
|---|---|---|
| Capital social actions.. . . . . | 5 500 000 fr. | » |

§ 2. — *Engagements divers envers les tiers.*

Exigibles.

| | | |
|---|---|---|
| Créditeurs divers.. . . . . . | 64 444 | 05 |
| Total. . . | 5 564 444 fr. | 05 |

*Société Grenobloise de force et lumière.* — Bilan au 30 juin 1907.

Actif.

| | | |
|---|---|---|
| Installations hydro-électriques en exploitation. . . . . . . | 16 648 660 fr. | 50 |
| Installations en construction. . . | 1 184 261 | 20 |
| Concessions et propriétés non encore en exploitation. . . . . | 1 451 374 | 85 |
| Magasin, outillage et mobilier. . | 266 935 | 55 |
| Frais de constitution et frais généraux de la société en période de construction. . . . . . | 1 383 326 | » |
| Titres divers. . . . . . . . . | 33 035 | » |
| Banques et caisses. . . . . . | 40 145 | 40 |
| Débiteurs divers.. . . . . . | 626 178 | 85 |
| Prime de remboursement sur les obligations.. . . . . . . | 400 000 | » |
| Total. . . | 22 033 917 fr. | 35 |

Passif.

| | | |
|---|---|---|
| Capital-action. . . . . . . | 10 000 000 fr. | » |
| Capital-obligations. . . . . . | 5 000 000 | » |
| Créanciers divers. . . . . . | 259 701 | 35 |
| Créanciers sur constructions. . . | 6 565 420 | 60 |
| Coupon n° 1, obligations 4 1/2 °/o restant à payer. . . . . . | 9 573 | 70 |
| Coupon n° 2, obligations 4 1/2 °/o restant à payer. . . . . . | 10 453 | 90 |
| Coupon n° 3, obligations 4 1/2 °/o restant à payer. . . . . . | 112 500 | » |
| Compte d'ordre. . . . . . . . | 10 409 | 10 |
| Profits et pertes.. . . . . . . | 65 858 | 70 |
| Total. . . | 22 033 917 fr. | 35 |

Le conseil, suivant pouvoirs donnés par l'assemblée générale du 19 novembre 1907, se propose de procéder à une nouvelle émission de 20 000 nouvelles obligations de 500 francs, portant intérêt à 5 % l'an.

Le remboursement aura lieu en 35 années à partir de 1911.

*Compagnie des Métaux.* — L'assemblée du 12 novembre a voté un dividende de 30 francs par action, contre 27 fr. 50 l'année passée ; le montant des bénéfices aurait permis une répartition beaucoup plus élevée, mais le conseil a insisté sur la nécessité de procéder à des amortissements importants.

*Bruxelles-Lille-Calais.* — La recette nette d'août 1907 s'est élevée à 123 742 francs, contre 123 426 francs en août 1906, celle des deux premiers mois du second semestre de 1907 à 231 548 francs, contre 225 935 francs en 1906, soit une plus-value de 5 613 francs.

*Tournai-Jurbise.* — La recette nette d'août 1907 se monte à 107 680 francs, contre 106 442 francs en août 1906, celle des deux premiers mois du second semestre 1907 à 230 805 francs, contre 226 279 francs, d'où une augmentation de 4 526 francs.

*Société d'électricité du Borinage.* — D'après un organe borain, cette Société installe des poteaux et des fils afin de fournir le courant pour l'éclairage et la traction électrique le long du canal de Mons à Condé ; la nouvelle serait intéressante, si elle était vraie, mais la Société ne songe pas à entreprendre le halage électrique ; elle borne son ambition à la fourniture de courant pour l'éclairage et la force motrice à qui veut lui en acheter, y compris à une société de traction électrique sur eau ou sur route s'il en créait une dans son rayon d'action.

*Compagnie industrielle du platine.* — Cette Société va porter son capital de 16 à 18 millions de francs par la création de 8 000 actions nouvelles de 250 francs qui seront réservées, en décembre prochain, au prix d'environ 400 francs, aux actionnaires actuels, une nouvelle pour huit anciennes.

*Gaz et Électricité du Hainaut.* — La société a acquis à sa constitution des concessions gazières qui peuvent être partagées en trois groupes : le groupe de La Louvière, Grammont, Enghien, Fontaine-l'Évêque, Binche ; le groupe d'Audenarde-Menin ; le groupe de Wervicq (Belgique), Wervicq-Sud, Halluin et Bousbecque (France). Ces trois concessions françaises sont exploitées depuis le 21 novembre 1906 par une société française, l'Éclairage de Wervicq-Halluin-Bousbecque, au capital de 600 000 francs. La société Gaz et Électricité du Hainaut possède, en outre, deux usines de production d'énergie électrique : celle de Bascoup, qui alimente les concessions d'éclairage d'Anderlues, Thuin, Feluy, les charbonnages de Mariemont, de Bascoup et de nombreuses usines de la région ; l'autre usine est en construction à Montigny-sur-Sambre, et en attendant son achèvement, une usine provisoire dessert déjà sa clientèle : les Tramways de Charleroi, la commune de Gilly, les Aciéries de Charleroi, les Ateliers de constructions électriques de Charleroi, etc., etc.

*Société électrique bresciane, à Brescia.* — Cette Société, qui possède les installations hydro-électriques les plus importantes dans la province de Brescia, va porter son capital de 12 millions et demi à 16 millions de lires Les nouvelles actions sont souscrites par les chemins de fer de la Méditerranée.

*Société italienne pour l'utilisation des forces hydrauliques de la Vénitie.* — Émission au pair de 16 000 actions nouvelles de 175 lires réservées aux actionnaires actuels, 2 nouvelles pour 3 anciennes : à Venise, Milan, Florence et Vérone, à la Banque commerciale italienne.

*Nicaise et Delcuve.* — Les renseignements communiqués à l'assemblée du 12 novembre confirment ce qui a déjà été dit à propos de Baume-Marpent, de Dyle-Bacalan, de la Franco-Belge de matériels de chemins de fer, etc. Les grands ateliers de construction de matériel de transport et de traction de chemins de fer ont leurs carnets de commandes remplis pour une production pleine d'au moins un an et demi, à des prix qui, les matières premières baissant, assurent un exercice 1907-1908 plus brillant encore que l'exercice écoulé. On a pu constater d'autre part que les constructeurs de matériel n'ont pas reculé devant la dépense pour améliorer et développer leur outillage en vue de satisfaire aux réquisitions pressantes des compagnies de chemins de fer. Il ne restera plus, à l'avenir, pour que celles-ci et ceux-là jouissent du maximum de bien-être au point de vue des constructions, qu'à régulariser quelque peu les commandes de wagons, voitures et locomotives.

*Tramways de Catane.* — La recette d'octobre a été de 59 055 francs, contre 42 790 francs en 1906 ; cette

plus-value de 16 265 francs pour octobre seul porte l'augmentation totale des recettes depuis le 1er janvier à 90 212 francs.

## ADJUDICATIONS

### France.

Prochainement, direction des forges de l'artillerie, *Paris,* fourniture de fonte en gueuses, de fer en barres, de barres et de tôle d'acier et d'acier au nickel, de tubes en acier et acier au nickel ; de laiton de cuivre en barres et en feuilles, de cuivre, étain, zinc, antimoine et plomb en lingots, de zinc en feuilles ; d'ébauches, d'essieux et de pièces de forge, de rondelles Belleville, de pièces fondues en bronze, de rivets en acier et en cuivre et de limes diverses, — divisée en 52 lots.

Le cahier des charges et les pièces du marché sont déposés dans la salle d'adjudication, avenue de Saxe, n° 2, ainsi que dans les bureaux des sous-directions des Forges du Centre, à Nevers ; de l'Est, à Besançon ; du Midi, à Toulouse ; du Nord, à Mézières, et de l'Ouest, à Rennes.

Le 14 février 1908, mairie de *Bourges,* fourniture et installation d'une grue électrique de 5 tonnes pour l'École de pyrotechnie militaire. Demandes jusqu'au 11 janvier. Renseignements à l'École et à l'artillerie de la place de Paris, 2, avenue de Saxe.

Le 7 janvier 1908, à 4 heures, rue de Grenelle, n° 103, à *Paris,* fourniture de 180 000 éléments de pile à liquide immobilisé (6 lots).

Les demandes d'admission à l'adjudication devront être parvenues au sous-secrétariat d'État des postes et des télégraphes le 27 décembre 1907.

On pourra prendre connaissance du cahier des charges, rue de Grenelle, n° 103 (direction du matériel et de la construction, 4e bureau).

Le 28 décembre, atelier de construction de *Rennes,* fourniture en un seul lot de : 15 000 kilogrammes de pièces moulées en fonte ordinaire et 12 000 kilogrammes de pièces moulées en fonte spéciale.

Le 28 décembre, Mairie de *Troyes* (Aube) installation d'un transport de force électrique à la manutention de Troyes.

### Belgique.

Le 15 janvier, à 11 heures, à la Société nationale des chemins de fer vicinaux, 14, rue de la Science à *Bruxelles,* construction de la partie du chemin de fer vicinal de Havay à Haulchin comprise entre la cumulée 100 à Quévy-le-Grand et le terminus à Estinnes-au-Mont (chemins de fer vicinaux du Borinage), 340 346 fr. 30 ; cautionnement, 34 000 fr. ; cahier des charges, 1 franc. Soumissions recommandées le 13 janvier.

### Allemagne.

Prochainement, à l'administration communale, à *Partschin* (Tyrol), installations électriques pour éclairage, énergie, etc.

Prochainement, à l'administration communale, à *Tangermünde,* installation de l'éclairage électrique, 100 000 marks.

### Grande-Bretagne.

Le 28 décembre, au Harbour Committee, à *Belfast* (Irlande), établissement d'un tramway électrique.

## NÉCROLOGIE

### J. Laffargue.

Nous apprenons avec regrets la mort subite d'un électricien des plus sympathiques, J. Laffargue, codirecteur du journal *La Nature.* Né en 1864, il suivit les cours de l'École de physique et de chimie et eut, en 1890, l'initiative de créer, pour la fédération des mécaniciens, un cours d'électricité pratique à la mairie du IVe arrondissement ; ce cours fut transformé par la Ville de Paris en un cours public, et J. Laffargue se consacra entièrement à cette œuvre jusqu'à ses derniers instants.

En 1899, il publia, en collaboration avec M. Bos, l'ouvrage intitulé « Distribution de l'énergie électrique en Allemagne (1899) », résultat d'une mission en Allemagne.

Enfin il est l'auteur du traité bien connu « Manuel pratique du monteur électricien », dont la première édition remonte à 1893, et qui constitue un modèle du genre. Nommé secrétaire de la rédaction de *La Nature* en 1888, il en devint co-directeur en 1895.

Chartres — Imprimerie Durand, rue Fulbert.

*Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 28 Décembre 1907. 14e Année. — N° 52.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Electriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE



## LES ÉTALONS LUMINEUX ET LES DÉCISIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PHOTOMÉTRIE

(ZURICH. — 18-20 JUILLET 1907)

La Commission internationale de Photométrie fut instituée en 1900 par le Congrès international de l'industrie du gaz qui s'est tenu à Paris pendant l'exposition. On lui assigna comme but d'étudier et de comparer les différentes méthodes photométriques employées tant pour l'étude des brûleurs et des manchons à incandescence que pour le contrôle de la fabrication du gaz.

Comme les étalons diffèrent d'un pays à l'autre, pour pouvoir comparer les résultats, le premier travail qui s'imposait à la Commission était de déterminer le rapport des intensités lumineuses des lampes qui sont actuellement en usage.

A la première réunion en 1903 (1) à Zurich, le Dr Bunte, délégué allemand, vice-président de la Commission, présenta un travail préparatoire résumant tous les résultats publiés antérieurement sous la forme d'un tableau à double entrée donnant les rapports des intensités lumineuses des différents étalons pris deux à deux.

Pour une série de sources lumineuses, étalons anciens peu précis, les mesures antérieures étaient suffisantes, mais pour les trois lampes les plus employées actuellement, Carcel, Hefner et Vernon Harcourt de « 10 Candle », de nouvelles expériences comparatives furent jugées nécessaires et furent demandées par la Commission aux Laboratoires s'occupant de photométrie en Allemagne, en Angleterre et en France.

(1) Commission internationale de photométrie (1re session). Recueil des Travaux publié par la Société technique de l'Industrie du gaz en France, 1903.

La lampe Vernon Harcourt de « 10 Candle » était en effet relativement nouvelle à cette époque et n'avait pas été systématiquement étudiée. La décision prise au Congrès de Genève en 1896 de représenter approximativement la bougie décimale par la lampe Hefner sur la foi d'une mesure ancienne laissait subsister un certain doute sur la valeur des travaux postérieurs (1) n'ayant pas reçu la consécration officielle de l'approbation d'un congrès.

Les comparaisons des trois lampes, étalons à flamme, les plus employées furent donc faites en Allemagne, à l'Institut impérial Physico-technique par le Dr Liebenthal; en Angleterre, au Laboratoire national de Physique par M. Paterson; en France au Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers par M. Pérot et au Laboratoire central d'Électricité (2).

A la réunion de 1907, à Zurich, la Commission internationale de Photométrie (3) qui avait pu prendre connaissance de ces études devait les discuter et adopter comme conclusion les rapports qu'elle jugerait les plus approchés.

Une sous-commission fut donc nommée pour préparer le travail et apporter des propositions, d'après les documents qui lui étaient présentés : les travaux allemands, anglais et français et les résultats obtenus par la comparaison de mêmes lampes à incandescence comparées dans les trois Laboratoires et transportées dans les différentes capitales notamment par M. Cl. Sharp, directeur de l'Electrical testing Laboratories de New-York en 1903, par M. Hyde, physicien au Bureau of Standards de Washington en 1906 et par MM. Laporte et Jouaust du Laboratoire central d'Electricité en 1907 (4).

La sous-commission après quelques discussions sur la manière de définir l'intensité relative des trois étalons et sur la valeur de leurs rapports se mit d'accord pour ses propositions et la Commission prit à l'unanimité la décision suivante :

« La Commission internationale de photométrie après avoir entendu et discuté le compte rendu des travaux des Laboratoires allemands, anglais et français et sur la proposition de la sous-commission composée de MM. Vautier, président; Brodhun, Laporte et Paterson

---

(1) F. Laporte. Étude sur les étalons lumineux usuels. Bulletin de la Société Internationale des Électriciens, 1898, t. XV, p. 166.

(2) A. Pérot et P. Janet. Valeurs comparatives des trois étalons lumineux à flamme, Carcel, Hefner, Vernon-Harcourt. Bulletin du Laboratoire d'Essais, 1906, n° 9.

F. Laporte et R. Jouaust. Étude sur le rapport des trois lampes Carcel, Hefner et Vernon-Harcourt. Bulletin de Société internationale des Électriciens, 1906, 2e série, t. VI.

(3) La Commission était composée comme il suit :

| | | |
|---|---|---|
| Président : | MM. | Vautier, Professeur à l'Université de Lyon. |
| Vice-Présidents : | | Nolte, Président de l'Association allemande des Ingénieurs gaziers. |
| | | Helps, Ingénieur en chef de l'Usine à gaz de Croydon (Angleterre). |
| Secrétaire général : | | Delahaye, ancien Président de la Société technique du gaz. |
| Secrétaire : | | Weiss, Directeur du Service municipal du gaz à Zurich. |
| Membres : Allemagne : | MM. | Le Pr Brodhun, Institut impérial physico-technique, Charlottenburg. |
| | | Le Pr Drehschmidt, Chimiste des Usines à gaz, Berlin. |
| | | Le Dr Hugo Kruss, Constructeur d'appareils de précision, Hamburg. |
| Angleterre : | | Paterson, Délégué du Laboratoire national de physique. |
| Autriche : | | Le Pr Strache, École technique supérieure, Impériale et Royale, Vienne. |
| France : | | Laporte, Sous-Directeur du Laboratoire central d'électricité. |
| | | Lauriol, Ingénieur en chef des Services d'éclairage de la Ville de Paris. |
| | | Sainte-Claire Deville, Ingénieur à la Compagnie parisienne du gaz. |
| Italie : | | Bœhm, Directeur de l'Usine à gaz de San Celso, Milan. |
| Pays-Bas : | | Ternelden, Chimiste à l'Usine municipale à gaz d'Amsterdam. |

(4). F. Laporte. La Commission internationale de photométrie. Bulletin de la Société internationale des Électriciens, 1907, t. VII, 2e série, p. 496.

accepte les valeurs suivantes pour les rapports des intensités lumineuses des lampes étalons à flamme, actuellement en usage :

$$\text{Carcel} = 10{,}7_5 \ \text{Hefner.}$$
$$\text{Vernon-Harcourt} = 10{,}9_5 \ \text{Hefner.}$$
$$\text{Vernon-Harcourt} = 1{,}02_0 \ \text{Carcel.}$$

« Les rapports ont été choisis pour éviter des nombres plus petits que l'unité.

« Ces valeurs sont estimées exactes à 1 °/₀ en plus ou en moins.

« Il est entendu que les valeurs précédentes s'appliquent aux intensités lumineuses des lampes fonctionnant dans les conditions atmosphériques normales pour chacune d'elles, c'est-à-dire : sous la pression de 76 centimètres de mercure ;

« La lampe Carcel avec une humidité de 10 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec ;

« La lampe Hefner avec une humidité de 8,8 litres ;

« La lampe Vernon Harcourt avec une humidité de 10 litres.

« Pour mesurer l'humidité de l'air ainsi que cela est nécessaire dans l'emploi des lampes étalons à flamme, la Commission, sans se prononcer sur l'exactitude du psychromètre à fronde ou à ventilateur, recommande l'emploi de ces appareils comme convenant le mieux pour les mesures de l'humidité. »

Nous pensons utile de donner ci-dessous quelques renseignements sur les étalons lumineux qui permettront de préciser la signification de la décision précédente et d'indiquer en quelques mots les points principaux de leur spécification et de leur emploi.

I. France. — *Unité Violle et Bougie décimale.* — L'unité de lumière sur la proposition et après les travaux de M. Violle a été définie à la Conférence internationale pour la détermination des unités électriques le 2 mai 1884.

« L'unité de chaque lumière simple est la quantité de lumière de même espèce émise en direction normale par un centimètre carré de surface de platine fondu, à la température de solidification.

« L'unité pratique de lumière blanche est la quantité totale de lumière émise normalement par la même source. »

La bougie décimale a été adoptée au Congrès international des Électriciens tenu à Paris en 1889 (31 août), sous la définition suivante :

« Pour évaluer l'intensité d'une lampe en bougies, on prendra comme unité pratique, sous le nom de *bougie décimale*, la vingtième partie de l'étalon absolu de lumière défini par la Conférence internationale de 1884. »

M. Violle dans sa Note sur les expériences effectuées pour la détermination de l'étalon absolu de lumière (1884) a donné la valeur de la lampe Carcel :

$$\text{Carcel} = \frac{1}{2{,}08}$$

ou

$$\text{Bougie décimale} = 0{,}104 \ \text{Carcel.}$$

C'est cette valeur donnée par M. Violle qui a été acceptée au Laboratoire central d'Électricité et qui depuis sert à transformer en bougies décimales les intensités lumineuses mesurées en Carcel. — Par suite de cette adoption, par la force même des choses, la bougie décimale est employée par tous les constructeurs français de lampes électriques.

Depuis les travaux de M. Violle plusieurs physiciens ont étudié le rayonnement du platine à la température de fusion. Citons Lummer et Kurlbaum en Allemagne, Petavel en Angleterre, mais jusqu'à présent aucun Laboratoire n'a réalisé un étalon au platine susceptible de fonctionner d'une façon pratique.

M. Vautier à la Commission de Photométrie a fait adopter le vœu suivant :

« La Commission internationale de photométrie considérant les ressources nouvelles provenant de l'emploi du four électrique notamment pour la fusion et la distillation des métaux réfractaires, ainsi qu'il résulte des travaux de Moissan, émet le vœu de voir poursuivre l'étude expérimentale de la fixité de la température de fusion du platine en raison de son intérêt photométrique et invite son Bureau à se mettre en communication avec les Laboratoires nationaux des différents pays pour élucider ce problème. »

*Carcel.* — Cette lampe est employée en France comme étalon lumineux depuis la publication le 12 décembre 1860 des Instructions pour les essais de vérification du pouvoir éclairant du gaz de la Ville de Paris par Dumas et Regnault.

La lampe Carcel est bien connue en France ainsi que les règles pour son emploi (1). Rappelons que le brûleur est annulaire, à double courant d'air, que le combustible est l'huile de colza épurée et que la mèche en coton a 75 brins et pèse 3gr,6 par décimètre. La lampe doit consommer 42 grammes à l'heure, la mèche dépassant de 1 centimètre le tube porte-mèche et le coude du verre se trouvant placé à 7 millimètres au-dessus du bord de la mèche.

Signalons qu'il n'est pas possible sur certaines lampes de remplir ces conditions simultanées et que sur les Carcels du Laboratoire central d'électricité nous n'avons pu réaliser la consommation normale qu'avec une hauteur de mèche de 7 à 8 millimètres. Dans ces conditions l'intensité lumineuse de la lampe est à peu près proportionnelle à la consommation d'huile dans les limites de 40 à 44 grammes à l'heure.

Il est donc facile d'apporter la correction nécessaire en mesurant pendant la durée de l'essai la consommation d'huile.

Rappelons aussi l'importance de la pureté de l'air sur l'intensité lumineuse de la lampe. Il est nécessaire de ventiler souvent la salle des mesures. Les conditions atmosphériques ont aussi une influence qui n'est pas négligeable. Il ne nous a pas été possible de déterminer une formule de correction pour l'humidité de l'air, mais il semble que le coefficient de 0,006 par litre de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec que l'on trouve pour les lampes Hefner et Vernon Harcourt, ainsi qu'on le verra ci-après, peut s'appliquer aussi à la Carcel entre les températures ambiantes de 15 à 20 degrés.

La valeur normale de la lampe a été choisie pour l'humidité de 10 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec.

Quand on veut connaître avec précision la valeur d'une lampe à incandescence électrique devant servir d'étalon il est nécessaire de faire une série de comparaisons et de prendre la valeur moyenne. Les erreurs accidentelles à craindre sont assez importantes pour chaque expérience en particulier, mais la précision augmente avec le nombre des mesures, les causes d'erreur systématiques étant évitées (2).

---

(1) Palaz. Traité de photométrie industrielle.
Audoin et Bérard. Annales de chimie et de phys., 3e série, tome LXV, 1862, page 423.
Vautier. Étude sur la photométrie réglementaire en Allemagne, en Angleterre et en France. Compte rendu de la Société technique du gaz, 1899.

(2) D'autres étalons lumineux fort intéressants ont été proposés, réalisés et employés ces dernières années par MM. Violle, Blondel, Broca, Féry, etc. Leur étude sortirait du cadre que nous avons choisi : nous nous bornons à commenter la décision de la Commission de Zurich.

II. Allemagne. — La *Bougie de paraffine* — de l'Association allemande des gaziers et hydrauliciens — ne doit pas être confondue avec la lampe Hefner adoptée généralement aujourd'hui. Alors que l'Hefner est désigné par Hefner-Kerze, HK, la bougie de paraffine est appelée Vereins-Kerze, et représentée d'ordinaire par V K.

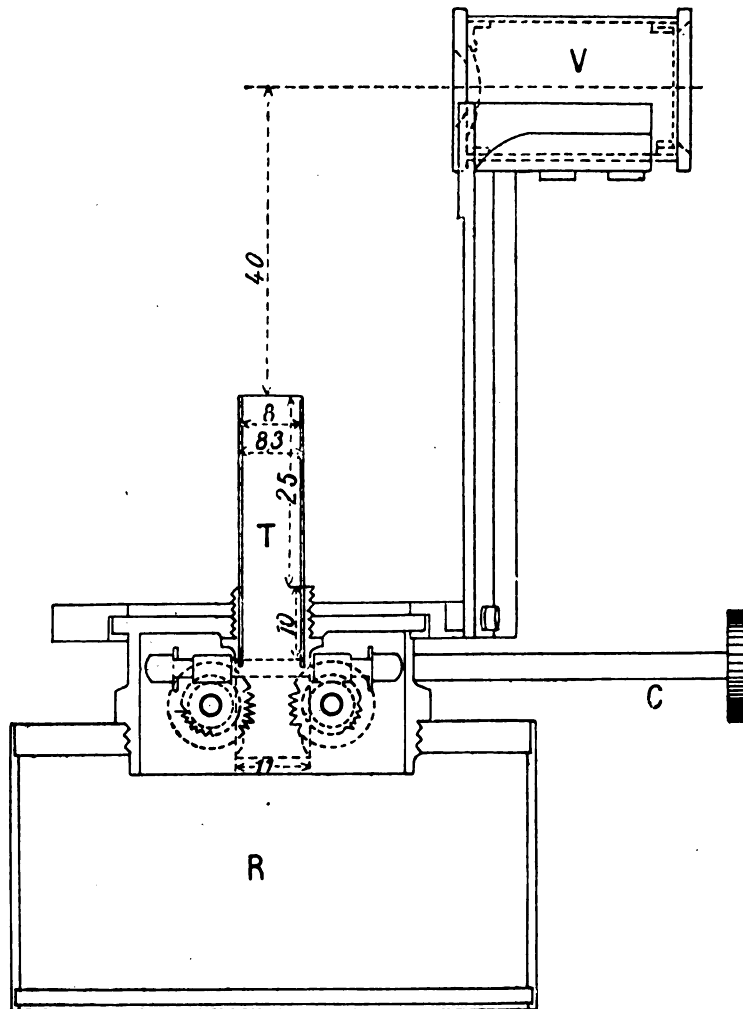



Fig. 1. — Lampe Hefner. Coupe.

Après une étude fort sérieuse exécutée au moment de l'adoption de la lampe Hefner, le rapport de ces deux unités a été fixé par une Commission allemande (Lichtmess Kommission) (¹).

Vereins Kerze = 1,20 Hefner.

Les bougies étaient fabriquées sous la surveillance de l'Association allemande. Elles pesaient 50 grammes en moyenne. La paraffine devait fondre à 55 degrés et la mèche se composait de 24 fils de coton. Avant de commencer les mesures on doit laisser le régime de

(¹) Zeitschrift fur Instrumentenkunde, 1890, page 119.

combustion s'établir ; dans les conditions normales la flamme doit avoir 50 millimètres de hauteur totale.

L'intensité lumineuse est à peu près proportionnelle à la hauteur de la flamme dans le cours d'un essai, mais d'un jour à un autre ou d'une bougie à une autre les différences sont importantes.

La Vereins-Kerze est abandonnée aujourd'hui pour la lampe Hefner.

*Lampe Hefner.* — La lampe à acétate d'amyle a été proposée en 1884 par von Hefner Alteneck. Elle a été adoptée par les électriciens et par l'Association allemande des ingénieurs gaziers et hydrauliciens. La spécification de la lampe (1) a été faite en 1893 par l'Institut impérial physico-technique. Le Dr Liebenthal publia en 1895 l'étude systématique et très complète de cet étalon à flamme (2).

La lampe Hefner dont une coupe grandeur naturelle est reproduite sur la figure 1 est une simple lampe à alcool. La mèche pleine plonge dans le réservoir R. Le tube T par lequel la mèche sort de la lampe doit être contrôlé avec soin et ses dimensions sont rigoureuses. La mèche floche en coton remplit le tube.

L'acétate d'amyle a 0,875 comme densité à 15 degrés centigrades, sa température d'ébullition est de 138 à 140 degrés. Les impuretés qu'il peut contenir diminuent l'intensité lumineuse de la lampe. Des épreuves chimiques sont spécifiées comme vérification de la bonne qualité du produit. On vend d'ailleurs en Allemagne de l'acétate d'amyle contrôlé et garanti comme bon pour les essais photométriques.

Le réglage de l'étalon pendant son emploi est basé uniquement sur la hauteur de la flamme. Elle doit avoir 40 millimètres. La lampe porte un appareil de réglage optique V, la projection du sommet de la flamme sur un écran dépoli doit atteindre un trait de repère.

C'est en agissant sur la mèche par le bouton moleté C qu'on opère le réglage ; il faut qu'il soit précis, une différence de 1 millimètre dans la hauteur amenant une variation de 3 % dans l'intensité lumineuse. La mobilité très grande de la flamme rend ce réglage assez délicat.

Le Dr Liebenthal a étudié l'influence des conditions atmosphériques sur l'intensité lumineuse de la lampe. On doit veiller à aérer fréquemment la salle de photométrie pour maintenir une très faible teneur en acide carbonique.

Si on désigne par H la pression barométrique au moment de l'expérience, si $n_1$ représente le nombre de litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec et pur, $n_2$ le nombre de litres d'acide carbonique par mètre cube d'air la formule qui donne l'intensité lumineuse de la lampe pour l'expérience est, exprimée en unité Hefner :

$$\text{Intensité de la lampe} = 1{,}049 - 0{,}0055\, n_1 - 0{,}0072\,(n_2 - 0{,}75) + 0{,}00011\,(H - 760),$$

ce que l'on peut traduire en disant que la lampe Hefner a son intensité lumineuse normale pour les conditions atmosphériques suivantes : pression barométrique 760 millimètres, humidité 8,8 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec, 0,75 litre d'acide carbonique par mètre cube d'air sec.

III. Angleterre. — La *bougie de spermaceti* a été longtemps employée en Angleterre (Candle, normal Candle, english Candle, British Parliamentary Candle) pour le contrôle officiel du gaz. Elle pèse 1/6 de livre anglaise, c'est-à-dire 75gr,6. On emploie en général pour les essais une balance permettant de mesurer la consommation horaire qui doit être de

(1) Journal fur Gasbeleuchtung, 1893.
(2) Zeitschrift fur Instrumentenkunde, 1895, page 157.

7gr,77 (120 grains). Souvent deux bougies brûlent simultanément et sont placées l'une à côté de l'autre sur la même balance.

La longueur de la flamme devait être de 45 millimètres.

Les travaux de la Commission allemande des mesures lumineuses(1) ont fixé sa valeur à

Normal candle = 1,14 Hefner.

C'est d'ailleurs la moyenne des résultats obtenus par les différents expérimentateurs.

Le peu de constance de cet étalon le fait abandonner. La recherche d'un étalon lumineux plus satisfaisant que la bougie de spermaceti a conduit M. Vernon-Harcourt a proposer plusieurs types successifs de lampe au pentane.

1° *La lampe au pentane et à mèche* d'une bougie, dite de Woodhouse et Rawson.

Le pentane contenu dans un réservoir inférieur monte à la lampe par une mèche. La flamme est pleine, allongée ; on utilise une portion seulement de sa longueur, le haut et le bas se trouvant masqués par deux cylindres pleins formant cheminée et dont l'écartement est nettement repéré.

Il est inutile de s'étendre davantage sur cet étalon qui n'est plus employé, il suffit de donner le rapport qui permet de le rattacher aux autres :

Lampe au pentane et à mèche de une candle = 1,17 Hefner

d'après les travaux du Dr Liebenthal en 1895 (2), qui étudia sur cette lampe l'influence des conditions atmosphériques, pression barométrique, humidité et pureté de l'air.

2° *La lampe au pentane gazéifié d'une bougie*. — Proposée en 1877 par Vernon-Harcourt son emploi comme étalon de lumière fut recommandé par les commissions du Board of Trade en 1881 et de l'Association Britannique en 1888.

Le brûleur se compose d'un tube de cuivre terminé par un orifice de 6 millimètres de diamètre environ. Autour du bec se trouve une cheminée en verre.

On emploie comme gaz à la fois combustible et comburant de l'air carburé par des vapeurs de pentane et renfermé dans un gazomètre. Il faut 50 centimètres cubes de pentane pour 28,3 litres d'air. On règle la flamme à la hauteur de 63mm,5 par l'action d'un robinet. Un compteur est intercalé entre le gazomètre et le brûleur.

On reprochait à cette lampe la complication de l'emploi d'un gazomètre et d'un compteur.

3° *Lampe au pentane de 10 bougies*. — Proposée par Vernon-Harcourt en 1898, cette lampe est employée pour le Contrôle du gaz métropolitain depuis 1901. Sa description et les règles pour son usage ont été données par le « Gas Referees (3) ».

Cet étalon a été adopté par le Laboratoire national de physique. M. Paterson a entrepris son étude, il a publié les résultats de ses travaux dans son rapport à la Commission internationale de photométrie. La figure 2 permettra de comprendre le fonctionnement de la lampe.

Le brûleur est annulaire en stéatite avec courant d'air intérieur et extérieur. L'air qui arrive au centre du brûleur a été chauffé préalablement par son passage dans un conduit annulaire autour de la cheminée qui évacue les gaz brûlés.

Le brûleur est alimenté par de l'air qui a passé à la surface du pentane liquide contenu dans le réservoir et qui s'est ainsi carburé. Trois cloisons verticales disposées en chicane dans le réservoir augmentent le trajet pendant lequel l'air se trouve en contact avec le

(1) Zeitschrift fur Instrumentenkunde, 1893, page 257.
(2) Zeitschrift fur Instrumentenkunde, 1895, page 167.
(3) Dr Fleming. Photometry of Electric Lamp. Journal of Institution of Electrical Engineers, 1903, t. 32, p. 126.

carburant. Le tirage est assuré par une cheminée métallique et la flamme est protégée par un tronc de cône métallique et noirci qui ne dégage la flamme que du côté du photomètre. Le réglage de l'étalon s'obtient en amenant la pointe de la flamme à une position repérée en face d'une ouverture garnie de mica dans la cheminée. Une portion seulement de la flamme est utilisée : celle qui est comprise entre le bec de stéarite et le bas de la cheminée qui forme écran. Cette hauteur doit être de 47 millimètres. Le réglage s'obtient facilement par la manœuvre du robinet de l'air carburé. L'appréciation de la position repérée est plus délicate, car souvent la flamme présente plusieurs pointes. Elle correspond d'ailleurs au maximum d'intensité lumineuse de la lampe et les variations étant peu importantes dans le voisinage de ce point, un léger écart dans l'exactitude du réglage n'entraîne qu'une erreur peu importante dans la valeur de l'étalon.

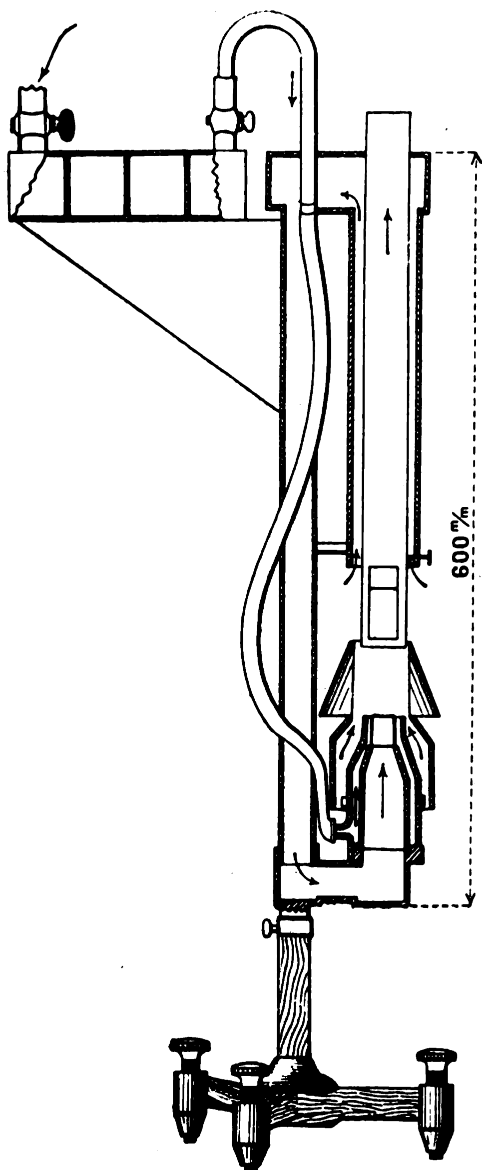


Fig. 2. — Lampe Vernon-Harcourt. Coupe.

Le pentane est un hydrocarbure très volatil, obtenu par des distillations successives de la gazoline, essence de pétrole. Il doit distiller entièrement entre 25 et 40 degrés centigrades. La vapeur de pentane est 2,5 fois plus dense que l'air. La densité du pentane liquide à 15 degrés doit être de 0,625. On trouverait dans les instructions « Gas Referees » (1) les épreuves qui permettent de contrôler la pureté chimique. Le pentane liquide doit être conservé au frais dans un bidon parfaitement bouché et il ne faut le verser dans le réservoir de la lampe qu'au moment de s'en servir.

L'intensité lumineuse normale de la lampe Vernon-Harcourt a été choisie pour les conditions atmosphériques suivantes. Hauteur barométrique 760 millimètres, humidité de l'air, moyenne annuelle de Londres, 10 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec.

La formule de correction donnée par M. Paterson (2) contient deux termes : l'un relatif à la pression atmosphérique H au moment de l'expérience, l'autre pour l'humidité de l'air. Pour faire cette dernière correction on opère de la manière suivante : on relève au moment de l'expérience les températures indiquées par un thermomètre sec et par un thermomètre

(1) Dr Fleming. Voir plus haut.

Vautier. Étude sur la photométrie réglementaire en Allemagne, en Angleterre et en France. Compte rendu de la Société technique du gaz, 1899.

(2) Paterson. Rapport sur les comparaisons photométriques effectuées sur les lampes Vernon-Harcourt, Hefner et Carcel. Commission internationale de photométrie.

Voir aussi Paterson. Investigations on light standards. Journal of Institution of Electrical Engineers, 1907, tome 38, page 271

humide exposé au courant d'air d'un ventilateur. Les tables psychrométriques permettent au moyen de ces deux températures de trouver la tension de la vapeur d'eau. On calcule alors le nombre de litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec $n$ au moyen de la formule connue

$$n = \frac{h}{H - h} \times 1\,000.$$

L'intensité lumineuse, exprimée en candle, de la lampe Vernon-Harcourt pendant les essais est donnée par la formule :

$$\text{Vernon-Harcourt} = 10 + 0{,}066\,(10 - n) - 0{,}008\,(760 - H).$$

M. Paterson insiste sur la nécessité d'aérer largement et fréquemment la salle photométrique. La présence d'acide carbonique dans l'air ambiant a en effet une grande influence sur l'intensité lumineuse de la lampe. Il spécifie que pendant son travail la salle de photométrie n'est jamais restée plus de 20 minutes sans être largement ventilée.

IV. Amérique. — Les mesures photométriques sont données en candle anglaises. D'après les indications données par M. Hyde, physicien au Bureau of Standards de Washington (Laboratoire national) et par M. Sharp, directeur des Laboratoires d'essais électriques (Electrical testing Laboratories) les mesures photométriques ont été faites jusqu'ici au moyen de lampes à incandescence électriques étalonnées en Allemagne, à l'Institut impérial Physicotechnique, en bougies anglaises d'après le rapport que nous avons cité plus haut :

Normal candle = 1,14 Hefner.

*Résumé.* — En France, les intensités lumineuses depuis 1889 sont exprimées en bougies décimales. Les mesures continuent à se faire au moyen de la lampe Carcel et la transformation en bougies décimales s'obtient par la valeur donnée en 1884 par M. Violle :

Bougie décimale = 0,104 Carcel.

TABLEAU DE CONVERSION DES UNITÉS LUMINEUSES

| EN FONCTION DE | VALEUR DE LA LAMPE OU DE L'UNITÉ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | BOUG. DÉCIM. | CARCEL | HEFNER | VERN.-HARC. 10 CANDLES | NORMAL CAND. | VER. KERZE |
| Bougie décimale | 1 | 0,104 | $1{,}12_0$ | $0{,}102_0$ | 0,98 | 0,93 |
| Carcel | 9,60 | 1 | $10{,}7_5$ | $0{,}98_0$ | 9,4 | 8,9 |
| Hefner | $0{,}89_5$ | $0{,}093_0$ | 1 | $0{,}091_5$ | 0,88 | $0{,}83_5$ |
| Vernon-Harcourt de 10 candles | $9{,}8_0$ | $1{,}02_0$ | 10,95 | 1 | 9,6 | 9,1 |
| Bougie de spermaceti anglaise. Normal candle | 1,02 | 0,106 | 1,14 | 0,104 | 1 | 0,94 |
| Bougie de paraffine allemande. Vereins Kerze | 1,07 | 0,112 | 1,20 | 0,110 | 1,05 | 1 |

En Allemagne, l'ancienne bougie de paraffine de l'Union des ingénieurs gaziers et hydrauliciens (1868), est remplacée généralement par la lampe Hefner à acétate d'amyle qui a été adoptée par les électriciens allemands. La spécification de l'Hefner est de 1893. Les résultats exprimés en Vereins-Kerze sont assez anciens et l'unité est en général mentionnée.

En Angleterre, la bougie de spermaceti et sa valeur reproduite par la lampe au pentane de « 1 candle » doit être considérée comme maintenue jusqu'aux travaux de M. Paterson en 1905 et 1906 ; c'est donc pour les résultats récemment publiés que la nouvelle valeur de la candle doit être appliquée.

En Amérique on a employé jusqu'ici comme unité la bougie normale anglaise.

Nous croyons utile de donner pour terminer ce tableau à double entrée donnant les rapports de ces différentes unités. Les valeurs adoptées à Zurich en 1907 sont doublement encadrées. Les rapports cités dans le cours de ce travail et qui ont servi à calculer le tableau ont été soulignés.

En attendant l'adoption problématique d'une unité lumineuse internationale, la décision de la Commission internationale de Photométrie permet les comparaisons des résultats obtenus dans les différents pays et assure l'uniformité des coefficients employés pour passer d'une unité à une autre.

F. Laporte,
Sous-directeur du Laboratoire central d'électricité.

---

# SUR LE TRANSFORMATEUR A RÉSONANCE *(Fin)* (1).

## ÉTUDE DES RÉGIMES VARIÉS

L'étude théorique et expérimentale des régimes variés a été développée en détail par M. Blondel dans son étude déjà rappelée plusieurs fois ; nous nous permettrons cependant de revenir sur certains points qui présentent un grand intérêt pratique. Si l'on envisage d'abord le cas le plus simple d'une bobine de self-induction en série avec un condensateur, l'on sait que toute modification brusque des conditions de fonctionnement a pour effet de superposer au nouveau régime permanent un régime libre de la forme

$$Ae^{-\alpha t}\sin(\beta t + \psi),$$

A étant une constante, et les quantités $\alpha$ et $\beta$ étant déterminées par les relations bien connues :

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= \frac{R}{2L}\\ \beta &= \sqrt{\frac{1}{CL} - \alpha^2}.\end{aligned}\right\} \qquad (30)$$

Lorsque l'étincelle jaillit entre les boules de l'éclateur supposé branché aux bornes du condensateur, on peut considérer ce dernier comme sensiblement mis en court-circuit, à cause de la faible résistance de l'étincelle, et l'alternateur débite sur la bobine de self-in-

(1) Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LIII, 26 octobre, 2, 16 et 30 novembre, et 14 décembre 1907, pages 115, 145, 217, 289 et 377.

duction ; la décharge oscillante s'effectue alors dans le circuit oscillant à haute fréquence constitué par le condensateur et la bobine de self-induction $S_3$ (voir fig. 1). Au bout d'un temps très court, l'étincelle s'éteint rapidement et cette mise en circuit brusque du condensateur donne lieu à l'oscillation libre dont nous venons de parler.

Celle-ci se combine avec l'oscillation forcée et donne lieu à un établissement progressif du régime permanent ; lorsque la tension $u$ a atteint ainsi la tension explosive correspondant à l'écartement de l'éclateur, l'étincelle jaillit, provoque à nouveau un court-circuit du condensateur, puis s'éteint rapidement, et le même processus se reproduit indéfiniment. On dit qu'il y a alors *raréfaction* de l'étincelle.

M. Blondel a donné des courbes expérimentales relatives à ce phénomène ; nous reproduisons ici deux des courbes les plus typiques.

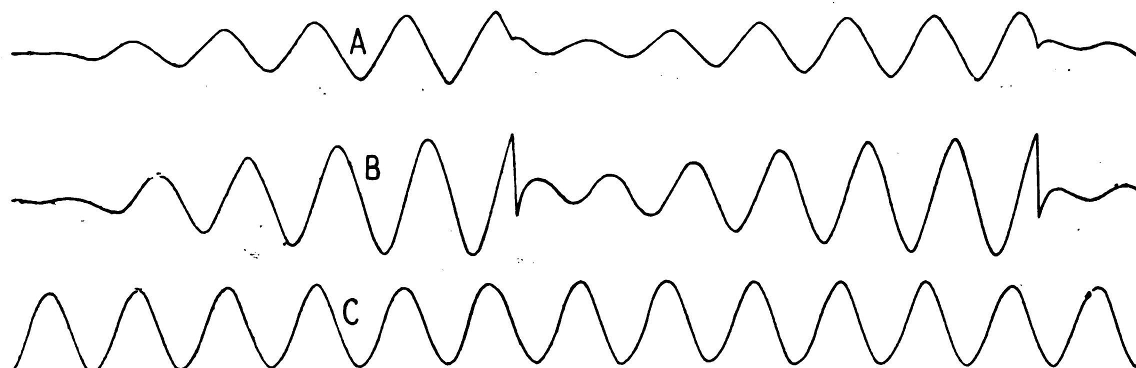



Fig. 7. — Étude de la raréfaction de l'étincelle. — A, intensité du courant dans le circuit primaire ; B, tension aux bornes du condensateur ; C, tension aux bornes du réseau ; à vide, sans résonance, la courbe de la tension secondaire aurait une amplitude 5 fois plus petite sur l'oscillogramme que celle de la tension primaire.

La première (fig. 7) correspond à une raréfaction d'étincelle déjà très accusée. L'on remarque que la tension est voisine d'un maximum lorsque l'étincelle éclate et provoque une chute rapide de tension ; cette remarque s'applique encore plus exactement à l'oscillogramme de la figure 8 pour lequel l'on a intercalé une petite self-induction entre le condensateur et l'éclateur pour ralentir la décharge qui s'opère à une fréquence relativement basse.

Lorsque l'écart des électrodes est faible par rapport à celui correspondant à la tension maxima disponible en régime permanent, et que l'on ne réalise pas certaines conditions étudiées ci-après, le phénomène de la charge et de la décharge peut présenter des caractères tout à fait différents de ceux mis en évidence par les deux clichés précédents. L'étude de ces divers cas, parmi lesquels il convient de citer celui de la décharge fractionnée, ne nous paraît pas présenter un intérêt immédiat au point de vue de la télégraphie sans fil, et nous renverrons le lecteur au mémoire de M. Blondel dans lequel cette question a été traitée longuement.

La raréfaction de l'étincelle a au contraire une grande importance, car il n'y a pas avantage à faire jaillir celle-ci à chaque demi-période. En effet, une telle fréquence des trains d'onde est inutile pour obtenir une transmission satisfaisante des signaux, et il est évident que l'on consomme ainsi inutilement de l'énergie, tout en soumettant l'éclateur à un échauffement et à une usure rapides [1].

---

[1] Ce raisonnement a conduit M. Villard à imaginer une génératrice à courants alternatifs très ingénieuse, réalisant elle-même cette raréfaction de l'étincelle (cf. *Éclairage Électrique*, t. LII, 14 septembre 1907, page 392).

Aussi, en terminant notre étude déjà trop longue, nous croyons devoir insister un peu sur la théorie de ce réglage et sur les conclusions d'ordre pratique que l'on peut en déduire.

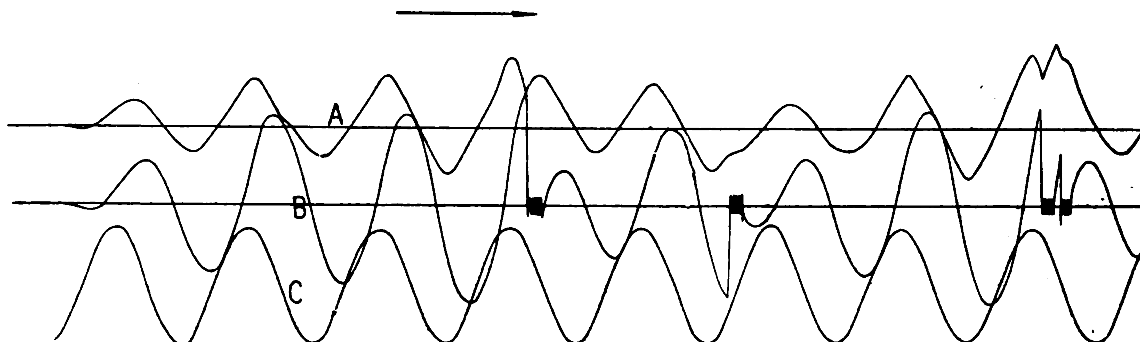



Fig. 8. — Étude de la raréfaction de l'étincelle. Décharge ralentie par une petite self-induction intercalée entre le condensateur et l'exploseur. — A, courant primaire; B, tension aux bornes de l'arc; C, tension du réseau. A vide, sans résonance, la tension secondaire a une amplitude égale sur l'oscillogramme à celle de la tension primaire.

En définitive, si l'on désigne par $u$ la valeur instantanée de la tension aux bornes du condensateur, U la valeur maxima en régime permanent, le régime de charge du condensateur est déterminé par l'égalité

$$u = \mathrm{U} \sin(\omega t + \varphi) + \mathrm{A} e^{-\alpha t} \sin(\beta t + \psi). \qquad (31)$$

Plusieurs cas sont à considérer :

1° Supposons que le réglage soit tel que la fréquence propre $\frac{\beta}{2\pi}$ soit égale à la fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$ de l'oscillation forcée due à l'alternateur; ce cas correspond sensiblement à la résonance ($\omega^2 \mathrm{LC} = 1$), car la deuxième des formules (30) se réduit à

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{CL}}},$$

tant que l'amortissement est faible.

D'autre part, s'il l'on prend pour origine des temps l'instant initial de la charge après la rupture de l'étincelle, l'on doit évidemment au temps $t = 0$ satisfaire aux conditions suivantes, si clairement énoncées par Potier (A. Potier. Surtensions dans les canalisations électriques. *Bulletin de la Société Internationale des Électriciens,* 1904, et *Éclairage Électrique,* tome XL, 9 juillet 1904, page 72), et applicables à tout système comprenant des capacités et des self-inductions :

Il faut et il suffit que la différence de potentiel aux bornes de la capacité et que le flux dans la bobine de self-induction soient les mêmes, avant et après le changement brusque de la constitution du circuit ; si ces conditions n'étaient réalisées, on aurait en effet un courant de charge ou une force électromotrice induite de valeur infinie.

Dans le cas présent, la première condition revient à écrire $u = 0$ pour $t = 0$; la seconde exige que le courant initial de charge $\mathrm{C}\frac{du}{dt}$ soit égal au courant dans la bobine à la fin de la décharge. Si cette dernière a une durée très courte, comme c'est le cas général en pratique, l'on peut tenter l'hypothèse suivante, assez vraisemblable d'après les oscillogrammes, et qui a du moins le mérite de simplifier notablement les formules :

Nous admettons que la valeur du courant à la fin de la décharge a sensiblement la même valeur qu'au début de cette décharge; avec la même approximation cette dernière valeur

est à peu près égale à celle du courant en régime permanent $\omega C \cos(\omega t + \varphi)$ correspondant au temps $t = 0$ [1].

L'on arrive ainsi aux deux équations

$$\left.\begin{aligned} 0 &= U \sin\varphi + A \sin\psi \\ \omega U \cos\varphi &= \omega U \cos\varphi + \omega A \cos\psi - \alpha A \sin\psi, \end{aligned}\right\} \qquad (32)$$

qui permettent de calculer $\psi$ et A, dès que l'on connaît $\varphi$. Lorsque la distance explosive est voisine de la valeur limite, l'on peut supposer que cet angle est approximativement égal à $\frac{\pi}{2}$, c'est-à-dire que la décharge se produit aux environs d'un maximum. Les équations (32) donnent alors

$$\left.\begin{aligned} 0 &= U + A \sin\psi \\ 0 &= \omega \cos\psi - \alpha \sin\psi \end{aligned}\right\} \qquad (32')$$

De la dernière l'on tire aisément pour $\operatorname{tg}\psi$ la valeur $\frac{\omega}{\alpha} = 2y$, en désignant comme précédemment par $y$ le facteur de surtension $\frac{L\omega}{R}$. L'on en conclut que l'angle $\psi$ est voisin de $\frac{\pi}{2}$, et en fin de compte la formule (31) peut s'écrire :

$$u = U(1 - e^{-\alpha t}) \cos \omega t. \qquad (31')$$

Cette formule très simple montre effectivement que le régime permanent ne s'établit pas immédiatement lorsque l'amortissement $\alpha$ est suffisamment faible. Remarquons en passant qu'elle peut encore s'écrire

$$u = yE\left(1 - e^{\frac{\omega}{2y}t}\right) \cos \omega t, \qquad (31'')$$

en désignant comme précédemment par E la force électromotrice de la source. L'on voit ainsi nettement que la raréfaction est d'autant plus grande que la surtension est plus élevée.

L'on peut même dire que la valeur excessive de la raréfaction limite l'emploi de résonances trop aiguës ($y = 10$ par exemple) ; c'est là un des motifs pour rejeter l'usage séduisant à priori, d'une simple bobine de self-induction pour obtenir des tensions suffisamment élevées sans utiliser de transformateurs (voir le début de notre étude).

Si l'on prend par exemple

$$y = 10$$
$$\omega = 250 \qquad \text{(fréquence 40)},$$

l'on trouve qu'au bout de 0,08 seconde, soit plus de 6 demi-périodes, le facteur entre parenthèses n'est encore égal qu'à 0,6 environ.

Revenons à la formule (31') ; l'on voit immédiatement que la tension $u$ s'annule aux époques :

$$0, \quad \frac{\pi}{2\omega}, \quad \frac{3\pi}{2\omega}, \quad \frac{5\pi}{2\omega}, \quad \frac{7\pi}{2\omega} \cdots \text{etc};$$

entre les deux premiers zéros le temps écoulé est donc moitié moindre qu'entre les zéros suivants.

C'est ce qui apparaît assez nettement sur la figure 8 (courbe B) où la première demi-onde de la tension aux bornes du condensateur a une durée sensiblement égale à la moitié de

[1] Cette hypothèse revient à regarder le régime permanent comme établi au début de la décharge.

celle des demi-ondes suivantes, tout au moins pour la deuxième décharge qui correspond à peu près aux hypothèses qui nous ont conduit à la formule (31').

Comme nous l'avons déjà dit, la décharge raréfiée n'a pas seulement l'avantage de diminuer l'échauffement et l'usure des électrodes ; elle procure en outre une économie sur l'énergie consommée.

Désignons par $e$ la force électromotrice instantanée de la source, et par $i$ le courant correspondant ; à chaque instant la puissance dépensée est

$$p = ei,$$

et la puissance moyenne pendant la durée complète $\tau$ de la charge progressive, sera ainsi

$$P = \frac{1}{\tau}\int_0^\tau ei dt.$$

Pendant toute la durée $\tau$ de la charge, la force électromotrice $e$ varie suivant une simple sinusoïde, tandis que le courant $i = C\frac{du}{dt}$ varie suivant une loi analogue à celle de la tension $u$, et que l'on peut déduire de l'égalité (31') par simple dérivation. Étant donné que l'amplitude de ce courant va en augmentant progressivement (figures 7 et 8, courbes A) et tend vers l'amplitude du régime permanent, il résulte donc de tout ceci que la puissance moyenne fournie par la source pendant le temps $\tau$ est notablement inférieure à celle qui serait nécessaire si le régime permanent était maintenu pendant tout cet intervalle.

Supposons par exemple que le coefficient $\alpha$ soit encore négligeable devant $\omega$ ; la formule (31') donne alors approximativement, au signe près,

$$i = C\omega U(1 - e^{-\alpha t})\sin \omega t,$$

et l'on a à résoudre l'intégrale

$$P = \frac{1}{\tau}\int_0^\tau EI(1 - e^{-\alpha t})\sin^2 \omega t \times dt,$$

en désignant par E et $I = C\omega U$ les amplitudes de $e = E \sin \omega t$ et de $i$. Si l'on désigne par $P_0 = \frac{EI}{2}$ ($\cos \varphi = 1$, puisque l'on est à la résonance) la puissance qui serait absorbée en régime permanent, l'on trouve ainsi

$$P \approx P_0\left(1 - \frac{1 - e^{-\alpha\tau}}{\alpha\tau}\right) (^1).$$

Même, en supposant que ces dernières formules soient suffisamment approchées, il faut encore pour résoudre le problème connaître une relation entre $\alpha$ et $\tau$. Théoriquement, l'on pourrait atteindre ce but en écrivant qu'au temps $t = \tau$ la tension aux bornes du condensateur est égale à la tension explosive de l'éclateur supposée connue. Malheureusement, il ne semble pas que l'on puisse obtenir ainsi une précision suffisante, et le peu de constance du temps $\tau$, d'après les oscillogrammes relevés, rend un tel calcul des plus aléatoires.

Des remarques analogues peuvent être faites au sujet de la valeur de l'intensité efficace du courant $i$, qui est également notablement réduite par le phénomène de la raréfaction, comparativement à sa valeur en régime permanent. Il est même évident que la réduction est relativement plus importante ; dans des essais effectués sur un transformateur de 10 K. W. environ, l'on a constaté que cette réduction atteignait 50 %.

(1) Le signe $\approx$ signifie approximativement égal à.

Les calculs précédents montrent, et c'est là leur principale utilité, combien les régimes avec étincelles sont complexes, même lorsque l'on se place dans les cas les plus simples, et sans nous y arrêter davantage, nous dirons quelques mots du deuxième cas, celui où il n'y a pas résonance ($\beta \gtrless \omega$).

2° Lorsque les fréquences $\frac{\omega}{2\pi}$ et $\frac{\beta}{2\pi}$ ne sont pas égales, mais diffèrent légèrement l'une de l'autre, l'équation (31) montre manifestement qu'il doit se produire des battements, et la raréfaction est alors moins accentuée.

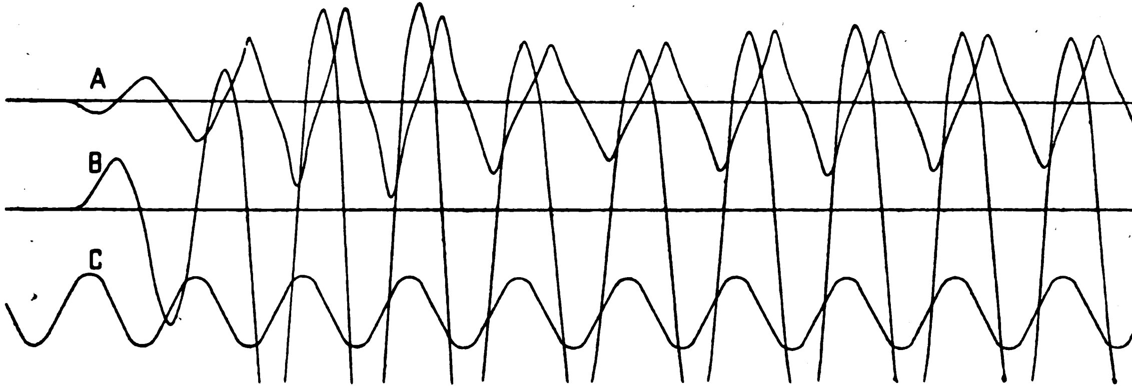



Fig. 9. — Production de battements dans les courbes d'établissement d'un courant alternatif. — A, courant secondaire; B, tension aux bornes du condensateur; C, tension primaire. Mêmes échelles relatives que dans la figure 9 pour les tensions B et C.

La figure 9 empruntée également au mémoire de M. Blondel montre clairement ce phénomène ; enfin, lorsque les quantités $\omega$ et $\beta$ sont franchement différentes, les régimes obtenus sont très variés et ne présentent qu'un intérêt secondaire à notre point de vue.

Nous avons raisonné jusqu'à présent sur le cas d'une simple bobine de self-induction ; le cas où l'on emploie en outre un transformateur s'y ramène aisément lorsque ce transformateur est à circuit magnétique fermé et appartient à un type industriel ; les coefficients $\alpha$ et $\beta$ sont alors sensiblement déterminés par les égalités

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{R_1 + \frac{R_2}{a^2}}{2\left(l_1 + \frac{l_2}{a^2}\right)} \\ \beta &= \frac{1}{\sqrt{Ca^2\left(l_1 + \frac{l_2}{a^2}\right)}} \end{aligned}\right\} \qquad (30')$$

aisées à établir, en partant de la formule (13).

Dans le cas où le transformateur est à circuit magnétique ouvert, l'on pourra se servir des égalités approximatives de M. Blondel [1]

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{R_1}{L_1}\left(\frac{(1-\sigma)}{2\sigma}\right) + \frac{R_2}{2\sigma L_2} \\ \beta &= \frac{1}{\sqrt{\sigma C L_2}}, \end{aligned}\right\} \qquad (30'')$$

auxquelles il est arrivé par une habile comparaison de l'équation (5) avec l'équation (2).

[1] Voir l'*Éclairage Électrique*, tome LI, 25 mai 1907, page 260.

## CONCLUSIONS

Malgré la longueur de notre mémoire, bien des points de la théorie du transformateur à résonance restent encore à élucider ; cependant nous pensons avoir mis en évidence les propriétés suivantes :

1° Intérêt de la résonance au point de vue de la puissance apparente fournie par la source, considération qui nous a permis d'entreprendre une étude systématique des divers procédés ;

2° Importance des pertes dans le fer ;

3° Influence de la valeur du produit $L_2C\omega^2$ dans le cas de la résonance par le primaire, ou du transformateur spécial à fuites et à circuit magnétique ouvert ;

4° Effet de la raréfaction de l'étincelle sur la puissance absorbée et sur l'échauffement des appareils.

Nous avons enfin donné des méthodes de calcul simples et étudié incidemment l'effet d'une variation de la capacité.

Nous aurions pu également aborder les cas où l'on fait varier la fréquence $\frac{2\pi}{\omega}$ ; toutefois cette étude nous eût entraîné trop loin, et d'ailleurs le résultat est connu tout au moins en ce qui concerne le cas simple où l'on a affaire à une bobine de self-induction en série avec le condensateur. La formule (2) conduit alors à des valeurs de $y$ et de $LC\omega^2$ très voisines de celles obtenues lorsqu'on choisit L comme variable, tant que les résistances ohmiques sont faibles. L'on peut étendre par analogie ce résultat aux cas où il y a un transformateur, et l'on réalise ainsi un moyen de parfaire la résonance dans certains cas ; ce réglage peut même parfois pécher par excès de sensibilité.

En terminant, nous appelons à nouveau l'attention des expérimentateurs sur l'étude du transformateur à réluctance magnétique élevée, et nous espérons que des expériences décisives viendront bientôt trancher définitivement cette question.

J. Bethenod.

# EXTRAITS DES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Le développement des turbo-générateurs.* — R. Pohl.** — *Institution of Electrical Engineer*, novembre 1907.

Ce mémoire se rapporte seulement aux générateurs à courant continu ; le but de l'auteur est de signaler les difficultés que l'on rencontre dans la construction des dynamos à courant continu de grande puissance tournant à de grandes vitesses, et de discuter les procédés préconisés pour remédier à ces inconvénients, ainsi que la marche à suivre dans les constructions futures. Deux points sont à considérer en première ligne :

1° Déterminer la vitesse maxima admissible pour un diamètre d'armature donné ;

2° Évaluer alors la puissance maxima obtenue en adoptant une longueur axiale aussi grande que possible.

Dans les machines à faible vitesse, la puissance est limitée surtout par les conditions de bonne commutation et d'échauffement. Ce dernier ne sera pas pris ici en considération, étant donné que les procédés artificiels de ventilation reculent sa valeur maxima admissible au delà des limites déterminées par d'autres considérations.

La vitesse maxima de rotation est définie par la vitesse tangentielle.

L'on ne peut guère dépasser 50 mètres à la

seconde en employant pour les calottes recouvrant les extrémités du bobinage du bronze ordinaire. Pour augmenter cette vitesse, l'on emploie généralement à cet usage du bronze spécial phosphoreux ou manganeux ; l'on peut atteindre ainsi 75 mètres à la seconde.

D'autre part, d'après les résultats d'essais, la tension par segment ne doit pas dépasser une certaine valeur (flash over limit); en effet lorsque le collecteur est couvert de poussière, il peut s'amorcer ainsi des arcs tandis que l'on a pris toutes les précautions nécessaires pour assurer une commutation satisfaisante (1) : dans le cas de turbo-générateurs la tension maxima par segment $e_{s.m.}$ semble voisine de 40 volts, et par suite en adoptant comme valeur maxima admissible de la vitesse tangentielle $v$, l'on trouve comme valeur limite du produit $B_{max.}$ de l'induction maxima dans l'entrefer par la longueur utile $l$ de l'armature, l'expression suivante :

$$B_{max.}\, l = \frac{40 \times 10^8}{2 \times v \times 100} = 267\,000.$$

En prenant pour l'induction moyenne $B_{moy.}$ supposée égale au 0,8 de l'induction maxima, la valeur 5 000, l'on trouve ainsi $l = 43$ centimètres.

Si $2p$ est le nombre de pôles, $\Phi$ le flux par pôle, $d_a$ le diamètre de l'armature et si l'on adopte un rapport $a = \frac{\text{arc polaire}}{\text{pas polaire}} = 0{,}65$, l'on arrive ainsi à l'équation

$$2p\Phi = \pi d_a a B_{moy.}\, l$$
$$= 0{,}44\, d\ .$$

L'on se rend compte par cette formule de l'influence des considérations précédentes sur la constitution de la machine.

Au point de vue de la commutation proprement dite, l'un des facteurs les plus importants est le nombre d'ampèreconducteurs par centimètre de la périphérie de l'induit A.

Pour une machine à 550 volts, ayant les valeurs de $v$ et de $l$ déterminées ci-dessus, A varie, d'après une courbe dressée par l'auteur, entre 150 et 325, $d_a$ variant entre 30 et 220 centimètres. Connaissant ainsi $2\Phi p$, A, et le nombre de tours par minute $n$, l'on peut aisément calculer la puissance de la dynamo en K. W. au moyen de la formule

$$P = \frac{EI}{1\,000} = 2p\Phi \times A \times \pi d_a \times \frac{n}{60} \times 10^{-11},$$

facile à établir en partant des valeurs du courant I et de la force électromotrice induite E.

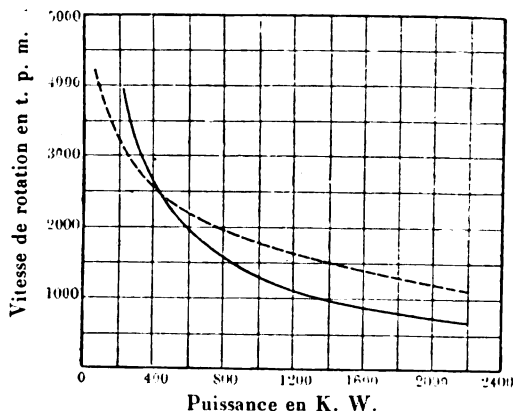



Fig. 1.

Les résultats obtenus sont consignés sur la figure 1 (courbe en trait plein) et l'on a indiqué sur la même figure les chiffres adoptés pour les turbines Parsons (courbe en trait pointillé). L'on voit ainsi que jusqu'à une puissance de 500 K. W. l'on peut construire une dynamo répondant aux conditions requises, tandis qu'au-dessus de cette puissance, les turbines à vapeur tournent à une vitesse trop grande pour une dynamo fonctionnant dans de bonnes conditions.

Pour remédier à cet inconvénient, l'on peut soit réduire la vitesse de la turbine, ce qui augmente le prix d'établissement et la dépense de vapeur, soit accoupler en tandem deux dynamos commandées par une turbine unique et fournissant chacune la moitié de la puissance. Mais ces deux méthodes ne sont en somme que des expédients, et l'auteur examine ensuite quelles sont les modifications que l'on peut apporter aux procédés usuels.

1° *Machines homopolaires.* — Ce type de génératrice, appelée également machine unipolaire, a déjà été souvent préconisé, et en 1904 notamment, la General Electric Co a expérimenté une machine de ce type fournissant une tension de 500 volts. Depuis cette époque, cependant, l'on n'a publié aucun résultat expérimental sur de semblables génératrices, bien qu'un nombre

(1) L'on comparera avec intérêt l'article de M. Œlschläger, Sur la tension entre lames et la vitesse de rotation critique dans les moteurs shunt à grand réglage de vitesse. *Éclairage Électrique*, tome LI, 20 avril 1907, page 98 (N. D. T.).

assez considérable de brevets ait été pris dans cette direction.

La principale objection souvent soulevée est la difficulté d'obtenir une tension suffisamment élevée ; l'auteur ne croit pas que ce défaut soit le plus important, mais à son avis le poids excessif auquel l'on est conduit constitue le point faible de cette classe de machines. Prenons par exemple le cas de la dynamo représentée par la figure 2

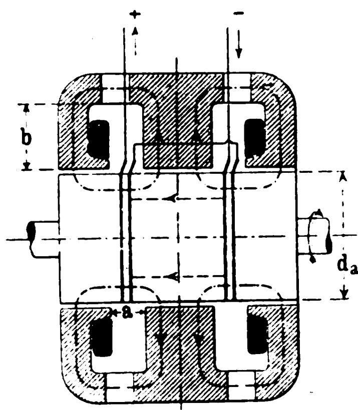



Fig. 2. — Machine unipolaire.

qui offre la disposition la plus convenable pour réaliser des tensions élevées, et supposons que la section totale de l'induit par un plan perpendiculaire à l'axe puisse être utilisée pour le passage de l'un des deux flux axiaux. L'on obtient ainsi un flux total dans l'entrefer égal à

$$\Phi = 2 \times \frac{\pi d_a^2}{4} \times B,$$

et l'on peut prendre pour l'induction la valeur limite $B = 20\,000$.

La force électromotrice correspondante par conducteur est donc

$$e = \Phi \times 10^{-8} \times \frac{n}{60}$$

$$= 19 \frac{v^2}{n},$$

en introduisant la vitesse tangentielle

$$v = \frac{\pi d_a n}{6\,000}.$$

Si l'on se donne pour $v$ une valeur maxima constante, l'on voit que le nombre de conducteurs à relier en série, pour obtenir une tension donnée, est *proportionnel* à la vitesse angulaire.

D'autre part, d'après une formule donnée par M. Pohl pour le poids total de l'acier nécessaire, l'on arrive à des poids beaucoup plus élevés (10 fois par exemple) que ceux obtenus avec une machine à collecteur; l'auteur attribue ce résultat à la faible valeur du nombre d'ampèretours par centimètre de périphérie, qui n'atteint que le dixième de celui réalisé avec les machines à collecteur.

Comme cette valeur est limitée par la surface frottante des balais, le problème de la construction commerciale des machines unipolaires est ramené au problème qui consiste à recueillir un courant sur un cylindre tournant à des vitesses de 100 à 200 mètres à la seconde, avec une densité de courant atteignant de 200 à 300 ampères par centimètre de périphérie.

2° *Procédés pour augmenter la puissance des turbo-dynamos à collecteur.* — En employant certains alliages d'acier de très faible perméabilité et d'une grande tenacité, au lieu du bronze, pour constituer les calottes recouvrant les extrémités du bobinage, l'on peut augmenter la vitesse périphérique ; cela ne constitue cependant qu'un pis-aller, et il est préférable de chercher d'autres moyens.

L'on peut adopter des pôles de commutation permettant d'augmenter A sans cependant amener une commutation défectueuse. Malheureusement, la courbe de la caractéristique du champ de commutation n'est pas une ligne droite comme celle de la tension de réactance, mais une courbe convexe, en fonction du débit. Pour permettre un ajustement exact à toutes charges, l'auteur a proposé l'emploi de résistances en fer, analogues à celles de la lampe Nernst, et shuntant les bobines des pôles auxiliaires. De cette manière, les ampèretours de ces bobines croissent en fonction du débit suivant une courbe concave qui compense la convexité de la courbe du champ de commutation.

En ce qui concerne la tension limite entre lames (flash-over limit), l'on pourrait étudier un commutateur permettant d'éviter la production d'étincelles due à une valeur exagérée de cette tension, et par suite, accroître la puissance en adoptant des flux magnétiques plus importants. Il ne faut pas oublier, cependant, qu'un tel accroissement de puissance est connexe avec un accroissement de la longueur axiale de l'induit, et que l'on augmente de ce fait la tension

de réactance, de telle sorte que l'on perd d'un côté ce que l'on gagne de l'autre.

Finalement, le seul procédé admissible consiste à employer un enroulement réalisant une tension entre lames aussi faible que possible, et l'auteur a, dans ce but, imaginé un enroulement (fig. 3) dans lequel des points des bobines

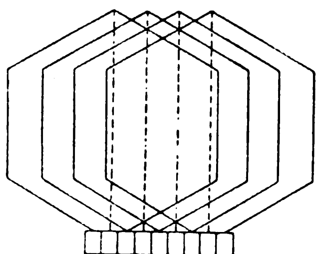


Fig. 3. — Enroulement pour dynamo à grande vitesse.

sont reliés à des lames additionnelles intercalées entre les autres, de manière à augmenter le nombre de lames sans accroître le nombre d'ampèretours par centimètre A. Les deux côtés de chaque bobine sont ainsi commutés l'un après l'autre, et l'on obtient une réduction de moitié de la tension entre lames. Au point de la commutation, cependant, la réactance n'est pas forcément réduite, car les nouveaux connecteurs sont nécessairement logés dans du fer. Pour éviter cet inconvénient, on peut les grouper de manière à avoir des connecteurs de polarité opposée toujours à proximité les uns des autres, de façon que le nombre total d'ampèreconducteurs dans chaque groupe soit constamment nul.

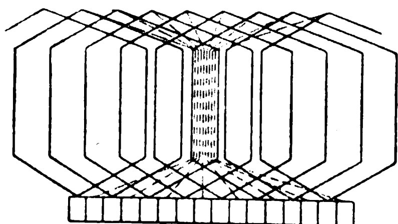


Fig. 4. — Schéma des connecteurs pour un iuduit bipolaire.

La figure 4 montre un pareil arrangement pour une machine bipolaire, dans laquelle tous les connecteurs sont groupés ensemble. Pour prévenir autant que possible les irrégularités de répartition des courants, les connecteurs sont reliés du côté opposé au collecteur par des bagues égalisatrices, et enfin ils sont logés dans des tubes en cuivre traversant l'armature de manière à amortir toute oscillation magnétique. Il serait ainsi possible de doubler les puissances actuellement admissibles, pour les turbo-dynamos à courant continu.

J. B.

***Description d'un alternateur triphasé de 5000 kilowatts*** *(fin)* (1). — **H.-M. Hobart et F. Punga.** — *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 4 novembre 1907.

La détermination de la dispersion d'induit se fait généralement de la façon suivante : on alimente une phase par du courant alternatif, on mesure le courant, la tension et le nombre de périodes et on calcule la réactance. On obtient d'ailleurs des valeurs différentes suivant la position des pôles par rapport à la phase alimentée et il s'agit de savoir quelle valeur doit être adoptée, ou même si une seule de ces valeurs peut être considérée comme exacte. Les essais suivants ont été exécutés pour préciser ce point.

*Essai I.* — L'alternateur tournait sans excitation. On alimenta l'induit avec du triphasé à 50 périodes. Les résultats sont indiqués dans le tableau IV.

TABLEAU IV

| TENSION COMPOSÉE. | COURANT | FRÉQUENCE | NOMBRE DE TOURS | RÉACTANCE PAR PHASE |
|---|---|---|---|---|
| 99 | 65 | 50 | 100 | 0,88 |
| 152 | 100 | » | 96 | 0,88 |
| 239 | 163 | » | 88 | 0,85 |
| 337 | 242 | » | 88 | 0,81 |
| 370 | 272 | » | 64 | 0,78 |
| 205 | 140 | » | 33 | 0,85 |

On voit que la réactance moyenne, avec des intensités croissantes, décroît peu à peu, mais elle n'est pas influencée par le nombre de tours du générateur. A faible vitesse on a pu même observer des valeurs maxima et minima de la réactance.

*Essai II.* — On alimenta 2 phases avec du courant monophasé à 50 périodes et l'on constata que la réactance diminuait peu à peu pour des

(1) *Éclairage Électrique*, tome LIII, 14 décembre 1907, p. 383

intensités croissantes. Ce fait peut être constaté par les données du tableau V.

TABLEAU V

| TENSION volts | COURANT amp. | FRÉQUENCE | NOMBRE de tours | RÉACTANCE par phase Ω |
|---|---|---|---|---|
| 173 | 90 | 50 | 176 | 0,96 |
| 278 | 148 | » | 160 | 0,93 |
| 387 | 208 | » | 152 | 0,93 |
| 440 | 238 | » | 140 | 0,92 |
| 436 | 243 | » | 116 | 0,92 |
| 428 | 240 | » | 96 | 0,91 |
| 428 | 242 | » | 60 | 0,90 |
| 438 | 243 | » | 42 | 0,90 |

La réactance est de 10 % plus grande dans cet essai que dans le précédent; et, de plus, la différence entre les valeurs maxima et minima de la réactance est beaucoup plus grande dans le second essai que dans le premier. Les résultats de ces deux essais ont été représentés dans la figure 29, ainsi que ceux d'un troisième essai dans lequel, tandis que l'induit était parcouru par du courant triphasé à 50 périodes, la roue polaire avait été éloignée. La réactance par phase ainsi obtenue est de 0,36 Ω. Dans les calculs donnés précédemment, on avait adopté une réactance de 0,16, soit donc le 1/5 ou le 1/6 de la valeur moyenne, mais on n'avait considéré que les lignes de dispersion entourant les encoches et les connexions terminales. Il serait intéressant de déterminer l'influence des lignes de forces de dispersion qui traversent l'entrefer.

*Essai III.* — Pour obtenir la réactance en fonction de la position de la roue polaire, on alimenta le stator avec du triphasé à 50 périodes et on détermina les valeurs du courant d'excitation,

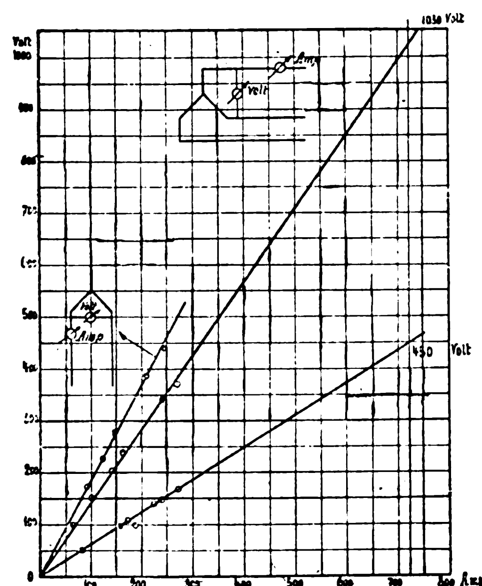
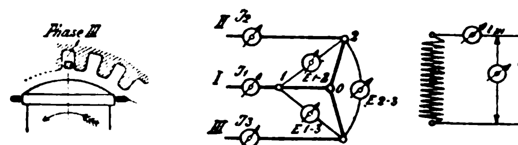


Fig. 29. — Réactance (Essais I et II).

tensions et courants de phase, tension dans la bobine auxiliaire (voir précéd.) et la tension de l'excitation à circuit ouvert (v. fig. 30).


Fig. 30. — Détermination de la réactance.

A titre d'indication, voici quelques-unes des valeurs relevées quand le milieu du pôle est en face de la phase III.

TABLEAU VI

| COURANT D'EXCITATION | $E_{1-2}$ | $E_{1-3}$ | $E_{2-3}$ | $E_{0-1}$ | $E_{0-2}$ | $E_{0-3}$ | $J_1$ | $J_2$ | $J_3$ | Tension $l_h$ bob. aux. | Tension $l$ bob. excit. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 145 | 122 | 139 | 142 | 66 | 75 | 92 | 156 | 120 | 79 | 16,5 | » |
| 145 | 162,5 | 182 | 187 | 86 | 99 | 120 | 208 | 160 | 102,5 | 22,5 | » |
| 0 | 153 | 171 | 176 | 76 | 93 | 120 | 160 | 119 | 73 | 21,4 | 160 |
| 0 | 212 | 233 | 242 | 105 | 128 | 165 | 221 | 163 | 100 | 29,8 | 227 |
| court circuit. | 188 | 211 | 215 | 95 | 115 | 147 | 202 | 151 | 89 | 26,2 | » |
| — | 237 | 260 | 265 | 117 | 143 | 179 | 255 | 192 | 110 | 32,8 | » |

La réactance des 3 phases est représentée dans

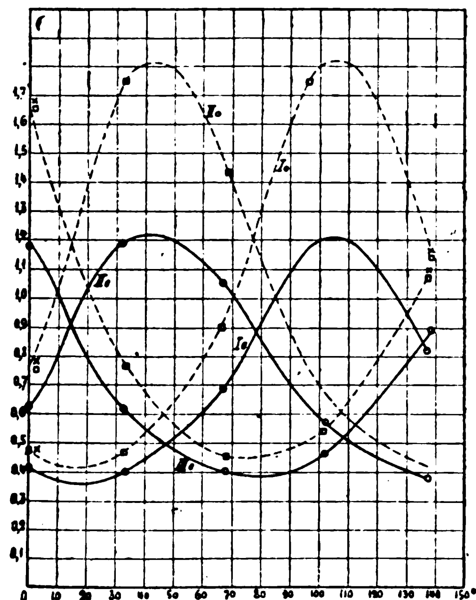


Fig. 31. — Réactance des 3 phases avec et sans excitation.

la figure 31 pour la machine excitée et non excitée.

L. G.

*Les Gazogènes à gaz pauvre.* — **Letombe.** — *Communication faite à la Société des Ingénieurs civils de France,* séance du 8 novembre 1907.

L'étude de M. Letombe porte principalement sur les gazogènes destinés à l'alimentation des moteurs à gaz et ce n'est qu'à titre de comparaison qu'il fait allusion aux gazogènes employés en métallurgie et en verrerie.

En principe, un gazogène est un appareil très simple consistant essentiellement en une cuve à paroi réfractaire et contenant une couche épaisse de combustible maintenu en ignition par l'action d'un courant d'air. Si le combustible employé contient des matières volatiles, celles-ci distillent d'abord et, de cette première opération, il reste un résidu solide qui concourra seul à la production du gaz pauvre proprement dit.

Au point de vue des réactions dont un gazogène est le siège, on peut donc supposer que le combustible employé est du coke ou du charbon de bois, c'est-à-dire un combustible ne contenant plus de matières volatiles.

L'oxyde de carbone, qui forme l'élément combustible principal d'un gaz pauvre, dégage, en se formant, 30 % environ de la chaleur contenue dans le combustible à gazéifier : comme les moteurs à gaz ne peuvent être alimentés que de gaz froids, cette chaleur serait perdue si l'on ne procédait à une véritable récupération en mélangeant à l'air insufflé dans le gazogène une certaine proportion de vapeur d'eau. On obtient ainsi, par décomposition, de l'hydrogène, qui reste libre, et de l'oxygène qui concourt à la formation de l'oxyde de carbone.

M. Letombe a déterminé, par des expériences directes, qu'on obtenait le rendement maximum d'un gazogène en décomposant environ 400 grammes d'eau par kilogramme de carbone à transformer. Théoriquement, le rendement d'un gazogène pourrait être dans ce cas de 87 % ; pratiquement, on obtient 80 %. Le rendement industriel d'un gazogène est donc très supérieur à celui d'une chaudière à vapeur.

Lorsqu'on dépasse les limites indiquées ci-dessus pour la décomposition de la vapeur, le rendement du gazogène, au lieu d'augmenter, diminue, car il se forme alors en pure perte, de l'acide carbonique. D'autre part, un gaz à forte teneur en hydrogène convient peu aux moteurs à fortes compressions.

L'auteur passe rapidement en revue les types de gazogènes anciens dont les formes ont inspiré les constructeurs modernes et, après avoir rappelé les beaux travaux du regretté M. Lencauchez sur la question, il arrive aux gazogènes actuels pour moteurs et montre pourquoi dans ces appareils on ne put employer pendant longtemps comme combustible que de l'anthracite ou, dans tous les cas, des charbons à faible teneur en cendres et matières volatiles.

Dans les gazogènes qui ne fonctionnent que sous la simple aspiration d'un moteur, on conçoit, en effet, qu'il faille éviter toute perte de charge importante ou variable dans les appareils, sous peine de voir la puissance de la machine varier ou diminuer.

M. Letombe préfère le système qu'il appelle par « *aspiration compensée* », qui permet au moteur d'aspirer toujours le gaz dont il a besoin sous une dépression constante, quelles que soient les pertes de charges variables du gazogène et des appareils d'épuration.

L'emploi de charbons bitumeux, de lignites, de bois, etc., a tenté beaucoup d'inventeurs et,

dans certains cas particuliers, il peut être, en effet, avantageux de recourir à ces sortes de combustibles. Mais on se heurte alors à la difficulté de se débarrasser des goudrons que contiennent toujours les produits de distillation. On ne peut obtenir dans ce cas de bons résultats qu'en oxydant directement les vapeurs de goudron produites. M. Letombe décrit divers gazogènes qui remplissent ces conditions, mais il fait remarquer que l'avenir des installations à gaz pauvre ne dépend pas de la solution de ces cas particuliers.

Ce qu'il faut arriver à employer dans les gazogènes, ce sont des combustibles maigres, bon marché, à cause de leur haute teneur en cendres, M. Letombe donne la description des gazogènes qu'il a étudiés spécialement en vue de l'utilisation de ces combustibles pauvres et dont l'essai en grand vient d'être fait sur un moteur de 800 chevaux de sa construction. La marche de ces gazogènes est absolument continue.

Si au rendement élevé des moteurs à gaz et des gazogènes vient s'ajouter l'avantage de pouvoir alimenter ces derniers avec du combustible à bas prix, il n'y a pas de raisons pour que les installations à gaz pauvre ne s'étendent pas aux grandes puissances.

---

## PHOTOMÉTRIE

***Sensibilité des divers photomètres.* — Lancelot W. Wild.** — *The Electrician*, 8 novembre 1907.

L'auteur a cherché à comparer la sensibilité des photomètres usuels dans les divers cas qui peuvent se présenter. Il est bien évident que cette sensibilité est en général beaucoup moins considérable lorsqu'il s'agit de comparer des sources diversement colorées que lorsqu'il s'agit de comparer deux sources de même teinte.

Pour cela il a comparé avec ces divers photomètres : 1° 2 lampes au carbone consommant 4,32 et 4,35 watts par bougie (candle = 0,98 bougie décimale); 2° l'une de ces lampes avec une lampe osram consommant 1,4 watt par bougie ; 3° un étalon au pentane Vernon-Harcourt de 10 bougies avec un manchon à incandescence. Dans le premier cas, l'éclairement sur l'écran des photomètres était 1,2 candle-pied (12,85 lux), dans le second cas, 1,65 candle-pied (17,65 lux), dans le troisième, de 3,1 candle-pied (33,1 lux).

Le procédé pour évaluer la sensibilité de l'appareil était le suivant :

Le photomètre ayant été fortement déplacé vers la gauche du banc photométrique, on le ramenait jusqu'à ce que l'équilibre parût être établi. On exécutait ainsi 6 mesures dont on prenait la moyenne.

On opérait de même en déplaçant le photomètre vers la droite du banc.

On se rend compte facilement que l'écart entre ces deux moyennes de 6 lectures mesure la sensibilité du photomètre.

Les résultats obtenus furent les suivants [1] :

| | LAMPE À INCANDESCENCE de même consommation spécifique. | LAMPE OSRAM ET LAMPE au carbone. | VERNON-HARCOURT ET MANCHON incandescent. |
|---|---|---|---|
| | % | % | % |
| Dièdre de Ritchie. . . | 2,4 | 5 | 8,2 |
| Prisme de Joly.. . . | 2,5 | 4,8 | 8,3 |
| Lummer et Brodhun.. | 0,7 | 3,5 | 8 |
| Bunsen ordinaire, une face à la fois.. . . | 1,2 | 3,6 | 8,7 |
| Bunsen ordinaire, 2 faces à la fois. . . . . | 1,5 | 5 | 9,8 |
| Bunsen spécial, une face à la fois. . . . . | 0,4 | 3,3 | 7,8 |
| Bunsen spécial, 2 faces à la fois. . . . . | 1 | 4,5 | 9 |
| Photomètre de Trotter, mal fait. . . . . | 3,5 | 6,2 | 11,5 |
| Photomètre de Trotter, bien fait. . . . . | 0,8 | 4,8 | 9,6 |
| Simmance et Abady. . | 1,7 | 1,8 | 2,1 |
| A papillotement de Wild. | 0,8 | 0,8 | 1 |

Comme dièdre de Ritchie l'auteur a utilisé le photomètre Simmance Abady immobile.

Le photomètre de Joly consistait en deux blocs de paraffine séparés par une mince feuille de papier.

Au sujet du photomètre à tache de Bunsen, l'auteur fait remarquer qu'on augmente beaucoup la sensibilité de l'appareil en cherchant,

(1) L'auteur ne précise pas comment il évalue la sensibilité en pour cent. Il est probable qu'il admet comme valeur exacte du rapport des deux lampes celui que donne la moyenne des douze lectures et que la sensibilité en pour cent n'est autre que l'erreur en pour cent que l'on commettrait en calculant ce rapport au moyen d'une des moyennes de six nombres. (N. D. T.)

non pas, comme on le fait souvent (à tort du reste), à faire disparaître simultanément la tache sur les deux faces de l'écran, mais sur une seule face à la fois.

Sous le nom de photomètre spécial de Bunsen, l'auteur désigne le modèle qu'il a réalisé. L'écran de ce photomètre consiste en une feuille de papier buvard partiellement enduite de cire. La sensibilité du photomètre de Trotter dépend beaucoup de l'état des bords de la fente de l'écran (1).

Les photomètres à papillotement ne sont pas supérieurs aux autres pour les sources de même couleur, d'autant plus qu'avec ces appareils on n'arrive jamais à supprimer le papillotement.

Cela tient pour le Simmance à ce que l'arête de l'appareil est émoussée et d'autre part que les différents points des faces observées ne sont pas à la même distance de la source.

Ces inconvénients n'existent pas dans le photomètre de Wild, mais on constate toujours dans cet appareil un petit papillotement dû à la nécessité pour l'œil de changer son accommodation.

Il suffit de modifier très légèrement la coloration des sources pour altérer considérablement la sensibilité des photomètres ordinaires.

Ainsi la sensibilité de Bunsen spécial qui était de 0,4 % lorsqu'on comparait deux lampes consommant 4,3 watts par bougie, tombait à 2,6 % en remplaçant l'une de ces lampes par une autre ne consommant que 3,8 watts.

L'auteur termine en concluant à l'adoption des photomètres stationnaires pour les sources de même couleur et les photomètres à papillotement pour les sources hétérochromes (2).

R. Jst.

(1) Voir pour la description de ce photomètre, *Journal of the institution of Electrical Engineers*, tome 32, page 188, 1903.

(2) L'auteur n'a pas utilisé le photomètre à contraste de Lummer et Brodhun. Avec cet appareil la sensibilité est certainement, même pour des sources de coloration très différente, égale, sinon supérieure, à celle des meilleurs photomètres à papillotement.

(N. D. T.)

## MESURES

***Un étalon d'induction mutuelle.*** — **A. Campbell.** — *The Electrician*, 7 novembre 1907.

Le mode opératoire pour réaliser un étalon d'induction mutuelle consiste généralement à mesurer l'induction mutuelle de deux circuits en prenant pour point de départ l'unité de résistance. Ce mode opératoire est illogique puisque l'unité de résistance a été déterminée par des expériences dont le point de départ était la connaissance du coefficient d'induction mutuelle de bobines, coefficient qui avait été calculé en partant de mesures géométriques. Aussi l'auteur a-t-il cherché à réaliser pour le National Physical Laboratory des étalons d'induction mutuelle déterminés uniquement par leurs dimensions géométriques.

Un semblable étalon doit répondre aux conditions suivantes : 1° se prêter à des mesures géométriques précises ; 2° avoir une valeur assez élevée pour permettre de l'utiliser avec précision.

La résistance des enroulements devait donc être aussi faible que possible et des précautions doivent être prises pour éviter les courants induits dans ces enroulements et aussi les effets de capacité entre le primaire et le secondaire.

Certaines de ces conditions sont un peu contradictoires. Aussi n'a-t-on cherché à réaliser qu'un étalon de 0,01 henry.

Désignons par $n_1$ le nombre de tours de l enroulement primaire, par $n_2$ le nombre de tours de l'enroulement secondaire ; on voit que pour que le coefficient d'induction mutuel soit de l'ordre de 10 millihenrys, comme d'autre part, la distance entre les deux circuits doit être assez grande, on est amené à prendre $n_1 n_2 = 100\,000$ environ. Il est donc, dans ces conditions, impossible de réaliser les deux enroulements avec une couche unique de fil.

On arrive à tourner la difficulté en utilisant comme circuit primaire des enroulements à une seule couche et comme circuit secondaire un enroulement à plusieurs couches disposé de façon à réduire au minimum les erreurs dues à l'incertitude des mesures géométriques.

Campbell a étudié d'abord le cas simple de 2 bobines coaxiales.

L'induction mutuelle des 2 bobines exprimée en henrys est :

$$M = -4\pi n_1 n_2 \sqrt{Aa}\left[\left(K - \frac{2}{K}\right)F_1 + \frac{2}{K}E_1\right]10^{-9},$$

A et $a$ étant les rayons des 2 bobines, $F_1$ et $E_1$ étant des intégrales complètes de première et de seconde espèce de module K défini par la relation ([1])

$$K = \frac{2\sqrt{Aa}}{\sqrt{(a+A)^2 + b^2}},$$

$b$ étant la distance axiale des centres des deux bobines.

D'autre part, les relations

$$\frac{dE_1}{dK} = \frac{1}{K}(E_1 - F_2)$$

et

$$\frac{dF_1}{dK} = \frac{1}{KK'}(E_1 - K'^2F_1)$$

qui relient ces fonctions à leur dérivée par rapport au module conduisent à la relation

$$\frac{\partial M}{\partial a} = \frac{2\pi n_1 n_2}{\sqrt{(A+a)^2 + b^2}} \times \left[2a(F_1 - E_1) + (A-a)\left(\frac{K}{K'}\right)^2 E_1\right]10^{-9}$$

dans laquelle K' représente le module complémentaire, c'est-à-dire que, si on pose

$$K = \sin\gamma,$$

on a

$$K' = \cos\gamma.$$

Les applications numériques de ces formules se calculent facilement, soit au moyen des tables de Rayleigh ([2]), soit au moyen de la formule de Nagaoka ([3]). Les figures 1 et 2 donnent le résultat des calculs effectués par l'auteur en supposant $n_1n_2 = 100\,000$ et A = 10 centimètres. Dans la figure 1, on a pris comme variable indépendante la distance $b$ des centres des bobines et chaque courbe se rapporte à une valeur déterminée du

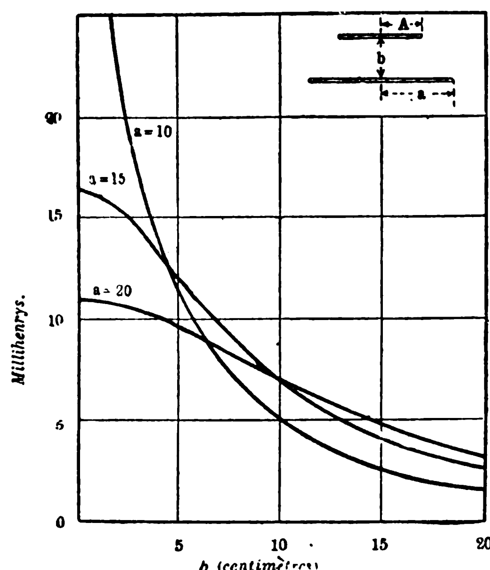



Fig. 1. — A = 10 cm. $n_1 n_2 = 100\,000$.

rayon $a$ ; dans la figure 2 au contraire, ce rayon est la variable indépendante.

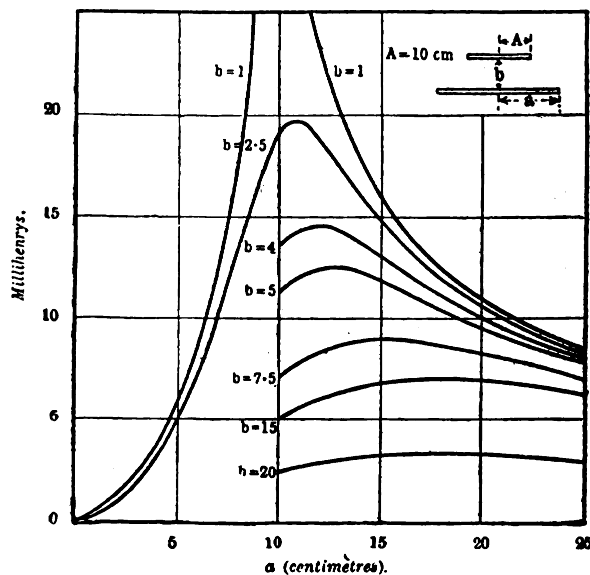



Fig. 2. — A = 10 cm. $n_1 n_2 = 100\,000$.

On voit que dans le premier cas c'est pour $b = 0$ que $\frac{dM}{db} = 0$ et que par suite M est maximum.

La figure 2 montre qu'au contraire si on laisse

(1) Maxwell, *Electricity and Magnetism*, tome II, parag. 701. Voir aussi Mascart et Joubert, *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, tome II, paragraphe 586.

(2) Les tables de Rayleigh donnant les valeurs de $\log \frac{M}{4H\sqrt{Aa}}$ pour des valeurs de $\gamma$ de 6 en 6 minutes se trouvent dans Mascart et Joubert, tome II, page 143.

(3) Tokyo Sug « Butsu kiji-gaiyo », vol. II, n° 17. Phil. Mag., tome VI, page 14, 1903. Cette formule consiste uniquement en une transformation mathématique permettant de remplacer les intégrales elliptiques par des développements en série au moyen des fonctions de Jacobi.

la distance $b$ constante et si on fait varier $a$, il existe une valeur de ce rayon pour laquelle la fonction M passe par un maximum, mais l'examen de la figure montre que pour obtenir la valeur de M cherchée de 10 millihenrys, on serait amené à avoir $a$ voisin de A et $b$ voisin de o et par conséquent difficile à mesurer.

On tourne la difficulté en utilisant deux enroulements primaires disposés par rapport au secondaire comme dans la figure 3.

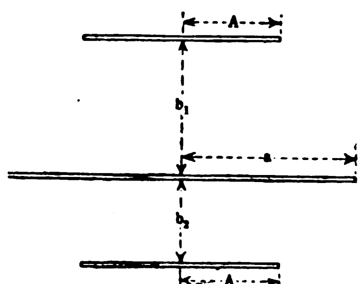



Fig. 3.

Dans ces conditions M est maximum quand $b_1 = b_2$. On peut alors s'imposer la valeur de $b = b_1 = b_2$ et déterminer d'après la figure 2 la valeur de ce qui rend M maximum. On se placera ainsi dans les conditions où une petite erreur sur la valeur de $a$ ou un petit déplacement du centre de la bobine secondaire sur l'axe auront le moins d'influence sur la valeur de M.

Si on a choisi $b$ de façon que la courbe de la figure 2 soit suffisamment aplatie au voisinage de son maximum, on pourra constituer l'enroulement secondaire par plusieurs couches, le rayon de ces couches n'ayant plus besoin d'être très exactement connu.

Seulement tout ce qui a été dit jusqu'ici se rapporte au cas où les bobines primaires consisteraient en un cercle unique. En réalité, ces bobines seront constituées par des enroulements à une seule couche, les dimensions géométriques de ces deux bobines devant être bien connues.

Ces bobines seront placées de telle façon que tout le long du cercle médian POR, les lignes de force soient tangentes et de sens inverse (fig. 4).

Le cas auquel on est ramené de l'hélice et du cercle peut être traité au moyen des courbes de la figure 2. Il suffit d'utiliser, comme l'indique lord Rayleigh (¹) la formule d'approximation

$$M = \frac{1}{6}(M_1 + 4Ma + M_3)$$

$M_1$ et $M_3$ étant les coefficients d'induction mutuelle par rapport au cercle considéré des cercles extrêmes de l'hélice, $M_2$ celui du cercle moyen.

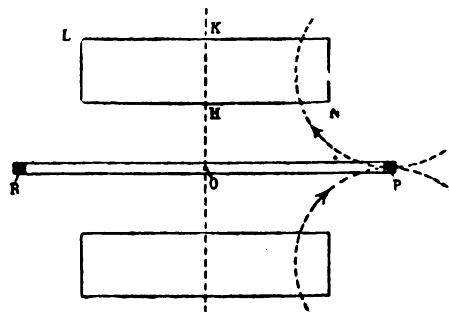



Fig. 4.

On peut appliquer une formule de même espèce pour le calcul de $\frac{dM}{da}$. C'est ainsi qu'on a calculé les courbes de la figure 5 en prenant pour dimensions (fig. 4) :

$$HN = A = 10^{cm}, \quad OH = 5^{cm}, \quad OK = 10^{cm}.$$

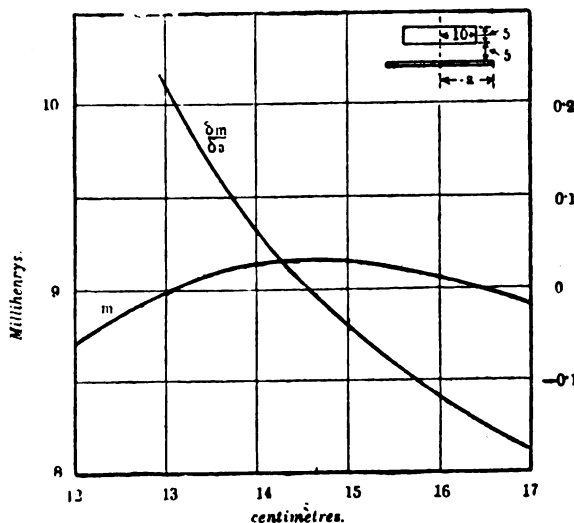



Fig. 5. — A = 10 cm. $n_1 n_2$ = 100 000.

On est amené à prendre OP = $14^{cm},6$. Après avoir calculé les dimensions approximatives par le procédé indiqué plus haut, il est bon de les vérifier en appliquant la formule plus complexe de Virianu Jones (¹).

(¹) Maxwell, *Electricity and Magnetism*, tome II, page 350.

(¹) Le calcul de l'action de l'hélice LN sur le cercle PR se

Avec ces dimensions une erreur de $0^{cm},35$ sur la position du centre de l'enroulement secondaire n'amène qu'une erreur de 1/10000 sur la valeur de M et en donnant à l'enroulement secondaire une section droite de $0,5 \times 0,5^{cm^2}$, la différence maxima entre la valeur du coefficient d'induction mutuelle d'un tour quelconque et la valeur moyenne serait de l'ordre du millième. L'emploi de la formule d'approximation de lord Rayleigh permettrait de réduire cette erreur.

Dans l'étalon construit pour le National Physical Laboratory, les deux enroulements primaires ont 75 tours et sont enroulés sur un cylindre de marbre de 30 centimètres de diamètre. L'enroulement secondaire comporte 488 tours. Son diamètre moyen est de $43^{cm},8$.

R. Jst.

# BREVETS

## CONSTRUCTION DE MACHINES

***Dispositif de réglage dans les circuits à courant alternatif simple ou polyphasé.* — Société Alsacienne de Constructions Mécaniques.** — Brevet français n° 379707, publié le 16 novembre 1907.

Ce brevet a pour objet un procédé pour régler la tension des lignes au moyen d'un survolteur dont le primaire est en dérivation sur la ligne et dont le secondaire est en série avec celle-ci.

Soient $e$ la tension secondaire ainsi obtenue, et E la tension de la ligne avant le survolteur ; le primaire de ce dernier est muni d'un *interrupteur inverseur* au moyen duquel l'on peut obtenir les tensions suivantes :

| | |
|---|---|
| 1° | $E + e$ |
| 2° | $E$ |
| 3° | $E - e$. |

Pour réaliser le deuxième cas, il suffit de couper le circuit primaire ; pour les deux autres (1° et 3°), l'on place l'inverseur à une position telle que l'on obtienne une tension $e$ de signe voulu par rapport à la tension E du réseau.

L'avantage de ce dispositif est sa simplicité qui permet néanmoins de réaliser trois réglages différents.

***Dispositif de commutation pour moteurs à répulsion système Latour.* — Ateliers de Constructions Électriques du Nord et de l'Est.** — Brevet français n° 379719, publié le 16 novembre 1907.

Pour obtenir un renforcement du champ dû à l'enroulement du stator dans les dents statoriques correspondant aux spires en court-circuit sous les balais, l'on dispose sur ces dents des bobines spéciales. L'on réalise ainsi une commutation parfaite quel que soit le type d'enroulement statorique adopté.

Afin d'éviter l'emploi de bobines étroites n'embrassant ainsi qu'une dent, l'on peut utiliser des bobines longues en combinant leurs effets de manière à arriver à une répartition des ampèretours analogue, par exemple en disposant de part et d'autre de chaque dent des conducteurs actifs appartenant à des bobines différentes et parcourus par des courants de sens contraire. L'on peut combiner ces bobines auxiliaires avec l'enroulement principal.

***Transformateur à voltage ou intensité réglable.* — Ateliers Thomson-Houston.** — Brevet français n° 379965, publié le 26 novembre 1907.

Dans les transformateurs avec secondaire réglable, il est nécessaire de prendre des précautions spéciales pour éviter de mettre en court-circuit des spires lorsque l'on passe d'une touche à l'autre.

Dans ce but, l'on peut utiliser des bobines de self-induction que l'on intercale au moment opportun ; pour permettre l'emploi d'une bobine

---

fait de la façon suivante : on calcule l'action sur le cercle PR d'une hélice de hauteur OK, puis celle d'une hélice de hauteur OH. L'action de l'hélice de hauteur LN est donnée par différence.

Dans ces conditions, en posant

$$c = \frac{2\sqrt{Aa}}{a + A}, \quad c' = \frac{a - A}{a + A},$$

K et K' ayant les mêmes significations que précédemment, et

$$\sin \beta = \frac{c'}{K'}$$

on a

$$M = 2 \times 10^{-9} \pi n_1 n_2 (A + a) \left[ \frac{cF_1(K) - E_1(K)}{K} - \frac{a - A}{b} \psi \right]$$

avec

$$\psi = -\frac{\pi}{2} - [F_1(K) - E_1(K)] F(K'\beta) + F_1(K) E(K'\beta),$$

$F(K'\beta)$ et $E(K'\beta)$ étant les intégrales elliptiques incomplètes de module K et d'amplitude $\beta$. Voir à ce sujet Campbell, *Proceed. Royal Societ.*, tome 79, page 428 (N. D. T).

de self-induction unique, les inventeurs proposent le dispositif suivant :

Le secondaire S du transformateur comporte deux enroulements sectionnés eux-mêmes en bobines égales, disposées comme l'indique la figure 1. Ces sections sont reliées à des frotteurs qui peuvent venir au contact des plots *p* portés par le cylindre du combinateur développé à droite de la figure.

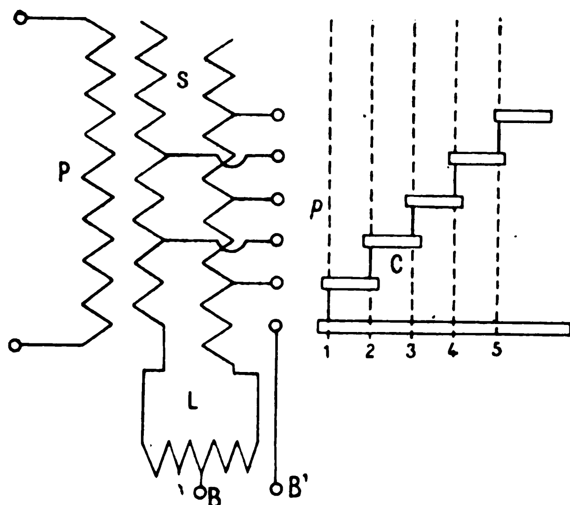



Fig. 1. — Transformateur à voltage ou intensité réglable.

Les positions successives des frotteurs sur les plots sont données par les chiffres 1, 2, 3... En B et B′ sont les bornes de l'appareil d'utilisation (moteur monophasé de traction par exemple) ; une bobine de self-induction L réunit enfin les deux enroulements secondaires et son point médian est relié à la borne B, tandis que la borne B′ communique avec le frotteur en contact avec la bague continue porté par le cylindre. Dans ces conditions, il est facile de voir que grâce à la bobine de self-induction L, il ne produit plus de court-circuit quelle que soit la position du cylindre. L'on remarque que, pour certaines positions de marche du combinateur, les nombres de spires dans les deux enroulements sont inégaux bien qu'ils travaillent en parallèle.

Ceci n'a encore aucun inconvénient, car la bobine de self-induction L joue alors le rôle d'un auto-transformateur, et la tension aux bornes de l'appareil d'utilisation est intermédiaire entre les tensions que donneraient les enroulements secondaires pris séparément. L'on obtient ainsi de nouveaux crans de réglage intermédiaires (1).

Le brevet prévoit également l'emploi de résistances ohmiques convenablement placées, en parallèle par exemple avec chaque portion de la bobine de self-induction, pour prévenir l'extra-courant dû à la rupture du circuit de la bobine L.

***Démarreur pour moteur électrique.* — G. E. Fricker.** — Brevet anglais nº 27 112 (1906), publié le 14 novembre 1907.

Ce brevet concerne un dispositif comportant une résistance principale, en série avec l'armature, et qui sert au démarrage du moteur suivant les méthodes usuelles. Une autre résistance auxiliaire est intercalée automatiquement à sa place, lorsque le courant est interrompu fortuitement par suite d'un arrêt dans le service, etc. et elle est maintenue jusqu'à ce qu'on ait remis la résistance principale entièrement en circuit. L'on évite ainsi tout accident dû au rétablissement brusque du courant dans le moteur au repos.

(1) En somme ce dispositif de réglage est la transposition de l'enroulement en parallèle bien connu proposé souvent pour les induits des moteurs monophasés à collecteur ; pour amortir les courants de court-circuit, il est alors également nécessaire d'employer une bobine de self-induction et cette circonstance exige des balais doubles (N. D. L. R.).

# CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

## TRACTION

### France.

La Compagnie des chemins de fer du Nord vient de passer au Creusot une commande de 15 locomotives de types divers.

*Nord.* — Est déclaré d'utilité publique l'établissement d'une ligne de tramway électrique entre la ferme de l'Angle, à Lambersart et le Pont-Royal à Saint-André. Cette ligne se raccordera aux lignes M et O du réseau actuel des tramways de Lille et de sa banlieue.

### Belgique.

Le conseil provincial de la Flandre occidentale vient de voter l'établissement d'un réseau de lignes électriques destinées à assurer des communications rapides entre les divers quartiers de Bruges et les communes limitrophes. La dépense est évaluée à 2 200 000 francs.

### Italie.

La direction des chemins de fer de l'État a reçu l'autorisation de commander pour 140 millions de lires de matériel de chemins de fer. La fourniture comprendra 330 locomotives, 270 voitures à voyageurs, 250 fourgons à bagages et 10 951 wagons à marchandises. Ce travail sera réparti entre les usines italiennes et étrangères.

Pour ce qui est des locomotives, on estime qu'une trentaine iront à l'étranger, le restant, 300 environ, devant se construire dans le pays.

### Espagne.

La Compagnie générale des Tramways et Chemins de fer vicinaux d'Espagne est autorisée à établir la traction électrique sur ses tramways d'Alicante.

### Canada.

La Société Grand Trunk Railway vient de placer au Canada et aux États-Unis des commandes s'élevant à 7 millions et demi de francs et portant sur 100 locomotives à livrer au cours des neuf premiers mois de l'année 1908.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Le gouvernement australien a décidé d'installer plusieurs stations de télégraphie sans fil en Australie. Ces stations devront être capables de recevoir des messages des steamers équipés avec un des systèmes reconnus.

* * *

Le gouvernement de la Guinée anglaise a accepté l'offre de la West India et Panama Telegraph C° d'établir une communication par télégraphie sans fil entre Georgetown (Guinée anglaise) et Trinitad (Port espagnol), afin d'assurer un service supplémentaire en sus du câble sous-marin. L'entreprise est effectuée actuellement à titre d'essai.

* * *

L'on annonce que le « Cornwallis » parti de Gibraltar pour retourner en Angleterre est resté en communication radiotélégraphique constante avec ce port pendant toute la traversée, ce qui accuse une portée de près de 1 500 kilomètres ; il a pu également correspondre avec la station de l'ile de Scilly à une distance de 320 kilomètres environ.

## LÉGISLATION

Un décret du 5 décembre autorise la Chambre de Commerce de Morlaix à emprunter une somme de 47 000 francs à l'effet de subvenir aux frais d'installation de deux grues mobiles à vapeur et de leurs voies de roulement sur les quais du port de Morlaix.

Un décret du 8 décembre autorise le département des Deux-Sèvres à emprunter une somme de 2 372 000 francs en vue de l'établissement du tramway de Saint-Maixent à Coulonges et à Saint-Laure, déclaré d'utilité publique par un décret du 28 novembre, comme nous l'avons annoncé dans notre numéro du 21 décembre.

## DIVERS

### *Prix décernés par l'Académie des Sciences, année 1907.*

Dans la séance publique annuelle du 2 décembre 1907, l'Académie des Sciences a décerné, entre autres, les prix suivants, dont les lauréats ont effectué des travaux bien connus de nos lecteurs :

Prix Hébert (1 000 francs). — Le prix est décerné à M. Lucien Poincaré, pour son ouvrage sur la *Physique moderne*.

Prix Hughes (2 500 francs). — Le prix Hughes est décerné à M. P. Langevin, pour l'ensemble de ses travaux relatifs aux phénomènes d'ionisation des gaz, à la diffusion des molécules gazeuses et aux propriétés des électrons.

Prix Gaston Planté (3 000 francs). — Le prix est décerné à M. Mathias pour l'ensemble de ses travaux, et en particulier pour les recherches relatives au magnétisme terrestre exécutées depuis 1893 jusqu'à ces dernières années.

Prix La Caze (10 000 francs). — Le prix est décerné à M. Paul Villard, pour l'ensemble de ses travaux dans le domaine de la physique.

Prix Kastner-Boursault (2 000 francs). — Le prix est décerné à M. Pierre Weiss, professeur au Polytechnicum de Zurich, pour ses recherches sur le magnétisme.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) (10 000 francs). — Le prix est décerné à M. Pierre Duhem, correspondant de l'Académie, pour l'ensemble de ses travaux de physique mathématique.

Prix Pierson-Perrin (5 000 francs). — Ce nouveau prix est décerné à M. Cotton, pour ses découvertes dans le domaine de la physique et en particulier pour ses recherches sur les milieux colloïdaux.

*
* *

### *Concours de groupes électrogènes à moteurs à gaz pauvre.*

Le jury du concours de groupes électrogènes à moteurs à gaz pauvre s'est réuni, le jeudi 28 novembre 1907, au Grand-Palais.

Le jury était composé de MM. A. Loreau, président ; Carpentier, vice-président ; Arnoux, Bourdil, Brocq, Chaix, Compère, Leroux, Longuemare, L. Périssé, F. M. Richard, membres ; G. Lumet, ingénieur délégué ; Bernaville, Raymond Périssé, Ch. Séré de Rivières, commissaires.

Le jury, après avoir pris connaissance du rapport très documenté de M. Brocq, en a adopté les conclusions. Aux termes de l'article 7 du règlement, des essais de consommation devaient être effectués pendant une durée de dix jours.

Les moteurs devaient marcher chaque jour pendant six heures, dont trois heures à demi-charge et trois heures à pleine charge ; l'essai à demi-charge étant effectué à la vitesse angulaire de la pleine charge.

Aux termes de l'article 8, tout groupe qui n'avait pas accompli les essais dans les conditions prévues à l'article 7, ne pouvait participer au classement.

Le combustible était le même pour tous les concurrents (grain d'anthracite 15/25).

Il était délivré par les soins des commissaires, qui plombaient les trémies, après le chargement.

Les concurrents pouvaient, chaque jour, remettre dans le gazogène le combustible non brûlé la veille, trié par leurs soins, en présence d'un commissaire. Par exception, le premier jour, le gazogène devait être entièrement vidé et rempli avec le combustible délivré par les commissaires.

Le dernier jour des essais, il n'était pas tenu compte du combustible non brûlé restant dans le gazogène. Chaque groupe était muni, par les soins de la Compagnie des compteurs : 1° d'un ampèremètre enregistreur destiné à permettre de suivre les variations du débit et de contrôler les heures de marche ; 2° d'un compteur d'hectowatts-heure ; 3° d'un voltmètre et d'un ampèremètre de contrôle, tous appareils étalonnés.

Le jury devait faire le classement en se basant sur la dépense du combustible évaluée en grammes par kilowatt-heure.

Les groupes étaient rangés en deux catégories :

1° Groupe d'une puissance électrique maxima de 15 kilowatts aux bornes de la dynamo ;

2° Groupe d'une puissance électrique comprise entre 15 et 50 kilowatts aux bornes de la dynamo.

Dans la première catégorie un seul moteur était inscrit, et dans la deuxième cinq moteurs.

Les conclusions du rapport sont les suivantes :

1° *Première catégorie.* — Diplôme et médaille de vermeil à la maison Z. Labbé fils pour son groupe électrogène de 5 kilowatts, avec une consommation spécifique de 1 460 grammes par kilowatt-heure.

2° *Deuxième catégorie.* — Diplôme de médaille

d'or à la maison V. Cazes et C[ie] pour son groupe électrogène de 40 kilowatts avec une consommation spécifique de 877 grammes par kilowatt-heure.

En résumé, le concours, malgré les accidents de fonctionnement survenus aux moteurs de deux concurrents, a donné des résultats des plus intéressants. Il amène à constater, à charge variable et dans des conditions absolument industrielles, une consommation allant de 877 grammes à 1 208 grammes et marque évidemment un progrès important.

Ces résultats sont d'autant plus intéressants que, dans la deuxième catégorie, se sont trouvés en présence deux groupes très différents comme type de construction.

Le premier, moteur à grande vitesse, quatre cylindres verticaux, couplage direct de la dynamo, le second à vitesse réduite à cylindre unique horizontal, à transmission par courroie.

A titre de renseignement, on peut noter que le groupe électrogène Labbé de 40 kilowatts qui, après accident au moteur, continua officieusement le concours, a dépensé 999 grammes de charbon par kilowatt-heure.

Après la réunion du jury, la commission technique de l'A. C. F. a pris connaissance du rapport de M. Brocq, en a approuvé les termes et décidé sa publication dans son Bulletin officiel.

La Commission a décidé ensuite de soumettre à la Commission exécutive de l'Exposition décennale la liste des récompenses telle qu'elle fut votée par le jury du concours.

---

## BREVETS (1).

381 295, du 27 août 1907. — Eisenstein. — Dispositif diminuant l'amortissement dans les circuits récepteurs pour la télégraphie et la téléphonie sans fil.

381 150, du 16 juillet 1907. — Szek. — Élément de pile.

381 160, du 24 juillet 1907. — Krotkoff. — Pile électrique.

381 182, du 30 octobre 1906. — Pellissier. — Machine électrique.

381 199, du 13 août 1907. — Mailloux. — Refroidisseur pour appareils électriques.

381 219 et 280 220, du 31 octobre 1906. — Société Schneider et C[ie]. — Collecteur redresseur de courants alternatifs.

381 345, du 29 août 1907. — Ruhmer. — Procédés et dispositifs pour la production de courants alternatifs.

381 364, du 29 août 1907. — Ellison. — Dispositif destiné à la protection des moteurs d'induction.

381 368, du 31 août 1907. — Société Alsacienne de Constructions mécaniques. — Perfectionnement à la construction des indicateurs cylindriques dans les machines dynamos électriques.

381 369, du 31 août 1907. — Société Alsacienne de Constructions mécaniques. — Perfectionnements aux machines dynamos électriques.

381 271, du 26 août 1907. — Raverot. — Trembleur électrique à court-circuit.

381 286, du 26 août 1907. — Heyland. — Transformateur de périodes pour courants polyphasés.

381 322, du 28 août 1907. — Société The Reason Manufacturing Co Ltd. — Compteur d'électricité.

381 321, du 28 août 1907. — Pickard. — Détecteur ou récepteur de communications transmises par les ondes électromagnétiques.

381 258, du 24 août 1907. — Société Scott electrical Co. — Perfectionnements aux lampes à arc

381 317, du 28 août 1907. — Headland et Plutte. — Perfectionnements aux lampes électriques à arc.

381 528, du 5 septembre 1907. — Société Gesellschaft für Drahtlose telegraphie. — Détecteur pour télégraphie sans fil.

381 379, du 29 mai 1907. — Nicholls. — Trembleur pour appareil électrique.

381 400, du 20 août 1907. — Rolland. — Relai à encliquetage de maintien.

381 412, du 7 novembre 1906. — Brandt. — Disjoncteur.

381 475, du 2 septembre 1907. — Royer. — Protection par cuivrage galvanique de l'aluminium destiné aux usages électriques.

381 490, du 9 novembre 1906. — Pinot. — Transformateur direct de courant alternatif simple en courant continu.

381 377, du 21 mai 1907. — Charray. — Nouveau système de lampe à arc électrique.

381 378, du 28 mai 1907. — Brzeski et Strauss-Collin. — Lampe électrique à arc.

371 515, du 4 septembre 1907. — Société Allgemeine Elektricitats Ges. — Procédé pour porter à l'incandescence des filaments métalliques dans une atmosphère réductrice.

(1) Liste communiquée par M. H. Josse, Ingénieur-Conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

381 641, du 9 septembre 1907. — EISENSTEIN. — Télégraphie sans fil.

381 753, du 30 mai 1907. — HERSBT. — Code télégraphique.

381 667, du 11 septembre 1907. — MELOT. — Démarreur automatique pour moteur asynchrone.

381 684, du 17 novembre 1906. — MOREAU. — Plaque d'accumulateur.

381 676, du 10 septembre 1906. — MEYLAN. — Perfectionnements aux condensateurs électriques.

381 699, du 10 septembre 1907. — PEACOCK. — Dispositif de prépaiement pour compteurs d'électricité.

381 700, du 10 septembre 1907. — SCHATZMANN. — Four électrique.

381 629, du 7 septembre 1907. — COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ. — Douille pour lampes à incandescence.

381 679, du 10 septembre 1907. — SOCIÉTÉ ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES. — Procédé pour relier les filaments des lampes à incandescence.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Nous avons annoncé la conférence au ministère du commerce et de l'industrie provoquée par les usines à cuivre russes, sollicitant de pouvoir réimporter en franchise de droits le cuivre russe envoyé à l'étranger pour être électrolysé.

A la réunion tenue le 14 novembre M. Ratkoff-Rojnoff, au nom des usines à cuivre, a soutenu la demande de remise de droits. Il a fait valoir qu'à présent, quand la surproduction du métal rouge en Russie ne laissera pas d'atteindre bientôt 400000 pouds, il est indispensable de pouvoir soumettre cette quantité au raffinage par l'électricité.

L'installation dans le pays d'usines à cette fin ne pourra être terminée avant un an. Pendant ce laps de temps il faut expédier le cuivre en Amérique et perdre au retour du métal raffiné six roubles par poud en droits de douane et autres frais. Si la faveur sollicitée ne pouvait être accordée, la production des usines à cuivre russes devrait être rétrécie forcément.

Le représentant de la seule usine électrolytique en Russie, appartenant à la Société Rosenkranz, de Pétersbourg, a répliqué que celle-ci disposait dès à présent d'installations pouvant raffiner 200 000 pouds de cuivre par an et que l'autorisation de réimporter librement le cuivre travaillé à l'étranger porterait un coup funeste à cette jeune entreprise.

Le maintien du *statu quo*, ont repris les industriels, sans parler de la restriction forcée de la production, équivaut à livrer les usines pieds et poings liés à la firme Rosenkranz, qui, profitant de sa situation exceptionnelle, fixe des prix exorbitants.

Après de longs débats, le *modus vivendi* suivant a été adopté : il est laissé à la firme Rosenkranz le raffinage électrolytique de 200000 pouds de cuivre, moyennant des conditions acceptables pour les deux parties ; la quantité au delà de ce chiffre pourra être raffinée à l'étranger et réimportée en franchise de droits. Il est désirable de n'accorder cette faveur que pour un délai d'un an et demi, endéans lequel les usines s'engagent à ériger leur propre fabrique pour la préparation du cuivre électrolytique et centraliser de la sorte exclusivement ces opérations en Russie.

Une société, au capital de 500 000 roubles, est dès à présent constituée à cette fin.

En outre, les pourparlers dont nous avons parlé pour syndiquer les usines à cuivre de l'Oural, du Caucase et de la Sibérie sont près d'aboutir. L'accord des usines assurant 80 % de la production totale du cuivre du pays est acquis et les contrats d'entente sont soumis pour signature aux intéressés.

* * *

*Acier.* — Le nombre de hauts fourneaux à feu aux États-Unis au commencement de décembre était de 386, correspondant à une production pour le mois de 1523000 tonnes. Cette même production a été de 1826000 tonnes en novembre et 2 337000 tonnes en octobre. Comme sept hauts fourneaux ont été éteints depuis le 1er décembre, la production du mois courant sera certainement de 40 % inférieure à celle d'octobre.

## NOUVELLES SOCIETES

*Société des mines d'antimoine de Bengada* (Portugal). — Constituée le 21 octobre 1907. — Capital : 1 700000 francs. — Siège social : 33, boulevard Haussmann, Paris.

*Société des Ateliers électriques de St-Ouen.* — Constituée le 30 octobre 1907. — Capital : 1000000 francs. — Siège social : 45, boulevard Haussmann, Paris.

*Compagnie des chemins de fer de l'Est Meusien.* — Constituée le 16 novembre 1907. — Capital : 500000 francs. — Siège social : 4, cité d'Antin, Paris.

*Société d'installations de chauffage central, véntilation èt éléctricité industriellé.* — Constituée le 11 novembre 1907. — Capital : 150000 francs. — Siège social : Bruxelles.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Compagnie des Tramways électriques de Dijon* — Bilan au 31 décembre 1906, présenté à l'assemblée générale du 23 novembre 1907.

ACTIF.

| | | |
|---|---|---|
| Frais de premier établissement | 2 720 000 fr. | » |
| Nouvelles voitures | 39 111 | 90 |
| Terrains | 23 596 | 46 |
| Ligne de Gevrey-Chambertin | 520 | » |
| Prime de remboursement | 145 150 | » |
| TOTAL | 2 928 378 fr. | 35 |
| Amortissement | 92 500 | » |
| TOTAL | 2 835 378 fr. | 35 |
| Cautionnement à l'État | 20 000 fr. | » |
| Droits de traction et impôt sur le revenu | 4 150 | 83 |
| Assurances-accidents | 600 | » |
| Caisse | 755 | 60 |
| Société lyonnaise, Lyon | 34 197 | 95 |
| Société générale, Dijon | 30 290 | 14 |
| Portefeuille de la réserve | 65 249 | 55 |
| Trésorerie générale | 400 | » |
| Débiteurs divers | 3 609 | 90 |
| Subvention État et Ville | 3 773 | 05 |
| Mobilier et outillage | 100 | » |
| Magasin | 17 307 | 10 |
| TOTAL | 3 016 213 fr. | 47 |

PASSIF.

| | | |
|---|---|---|
| Capital-actions | 1 500 000 fr. | » |
| Capital-obligations | 1 451 500 | » |
| TOTAL | 2 951 500 fr. | » |
| Amortissement | 92 500 | » |
| TOTAL | 2 859 000 fr. | » |
| Obligations à rembourser | 1 500 | » |
| Dividendes restant à payer | 2 714 | 86 |
| Intérêt sur obligations | 14 319 | 92 |
| Réserves statutaire | 24 663 | 25 |
| Réserve pour grosses réparations | 36 563 | 35 |
| Réserve pour ligne Gevrey-Chambertin | 1 500 | » |
| Compagnie d'exploitation de tramways | 1 084 | 35 |
| Créanciers | 11 976 | 64 |
| Abonnements | 2 702 | 45 |
| Profits et pertes antérieurs | 634 | 75 |
| Profits et pertes 1906 | 59 553 | 90 |
| TOTAL | 3 016 213 fr. | 47 |

*Tramways d'Alexandrie.* — Les recettes des dix premiers mois se sont élevées à 2 101 931 francs, contre 1 794 357 francs en 1906, soit une augmentation de 307 574 francs.

*Tramways de Constantinople.* — La Metropolitan Railway Company, à Londres, qui exploite le tunnel entre Pera et Galata, s'est fusionnée avec la Société des tramways de Constantinople, dont la plus grande partie des actions est la propriété de la Kontinentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, à Nürnberg. La Société des tramways, dont la concession s'étend encore sur une période de 85 ans, reprend les affaires de la compagnie anglaise moyennant la remise de 100 000 livres sterling d'obligations 5 % des Tramways, remboursables au pair. Cette fusion est motivée par ce fait que la Société des tramways a obtenu récemment la concession pour l'exploitation électrique, ce qui serait devenu dans l'avenir une forte concurrence pour la compagnie anglaise.

*Compagnie auxiliaire de chemins de fer au Brésil.* — La recette de la première quinzaine de novembre, y compris celle de la ligne de Porto Alegre-Novo Hamburgo-Taquara, s'est élevée à 259 contos, contre 246 contos en 1906. Pour la période du 1er janvier au 15 novembre 1907 le total est de 5 862 contos contre 4 706 contos en 1906, soit une augmentation de 1 156 contos.

La ligne de Cacequy-Uruguayana, longue de 260 kilomètres, a été ouverte à l'exploitation le 22 novembre par la Compagnie auxiliaire de chemins de fer au Brésil.

Cette ligne met en communication le réseau actuellement exploité par la compagnie avec la ligne de Quarahim à Itaqui, qui longe, en suivant la rive gauche de l'Uruguay, la frontière de la République Argentine et qui rejoint, à Santa-Rosa, le réseau de chemins de fer de la République de l'Uruguay.

*Compagnie générale des tramways de Buenos-Aires.* — L'assemblée réunie le 12 décembre a voté à l'unanimité la création d'un capital de 42500000 francs en obligations dont le type et les conditions seront déterminés par le conseil d'administration.

Ainsi que nous l'avons dit, le but principal de cette création prévue au programme général est l'acquisition au 14 juillet 1908 des tramways dit de Belgrano.

Il a été dit à l'assemblée que le conseil s'était assuré de se procurer les ressources nécessaires dans les conditions les meilleures, étant données les circonstances actuelles générales du marché de l'argent.

*Elektrizitäts A.-G. vorm. Schuckert und Cᵉ, à Nürnberg.* — L'exercice 1906-1907 laisse un bénéfice brut de 5330232 M. et net de 3882424 M., contre respectivement 4251300 M. et 3204133 M. en 1905-1906. Le dividende est maintenu à 5 %, le capital ayant été porté de 42 à 50 millions de marks. Le solde à nouveau atteint 1198045 marks.

Cette Société vient de fonder une filiale sud-américaine au capital de 500000 marks. Le but de la Société est le placement du matériel Siemens-Schuckert et Siemens et Halske et la participation à toute entreprise d'électricité. Les directeurs de l'affaire sont C. Fehlheber, Friedenau, von Have Schöneberg.

*Sociétés Electria.* — Les Sociétés roumaines d'électricité l'Electria et l'Usine Sinaia qui ont été jadis fondées par la Société Lahmeyer de Francfort, viennent de fusionner, la seconde apportant à la première tout son actif et recevant en échange pour 2500000 actions. Une émission est faite pour couvrir cette augmentation du capital collectif.

*Société russe pour la construction de locomotives et mécanique, à Kharkoff.* — Il ressort des rapport et bilan pour l'exercice 1906-1907 que les usines ont continué à travailler dans des conditions satisfaisantes. La production globale de l'exercice a atteint une valeur d'environ 5 millions de roubles ; le bénéfice dépasse un million de roubles. Le compte débiteur figure au bilan pour 676000 roubles, alors que le compte des créditeurs ne se chiffre qu'à 299000 roubles. Après les divers amortissements et les allocations statutaires, il reste à la disposition des actionnaires une somme de 1/2 million de roubles, ce qui représente 18 roubles par action. Mais le conseil, dans son rapport, préconise de maintenir le dividende à 17 roubles, comme pour l'exercice précédent, et de reporter le solde à nouveau.

*Métropolitain, Paris.* — Les recettes de la première décade de décembre 1907 se sont élevées à 1095308 francs, contre 963073 francs en 1906 ; le total depuis le 1ᵉʳ janvier dernier est de 31725724 francs, contre 26584451 francs en 1906, soit une plus-value de 5141273 francs.

On prévoit la nécessité d'un emprunt par la Ville d'une somme de 205 millions de francs pour la construction de nouveaux réseaux.

Le total des sommes empruntées depuis l'origine pour la construction du Métropolitain s'élèverait à 585 millions, pour l'amortissement desquels une annuité de 22350000 francs est nécessaire. Or, on prévoit comme rendement de la totalité des lignes, une recette de 24650000 francs. La marge paraît suffisante ; mais il serait impossible de la réduire. Le Conseil municipal ne pourrait donc ajouter aucune charge nouvelle à l'opération sans risquer de la faire échouer.

---

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 8 janvier 1908, à 2 heures, commissariat général de la Marine, à *Brest*, installation d'un tramway électrique, d'une voie de 1 mètre, 75000 francs, cautionnement 2500 francs. Cahier des charges à la Direction des Travaux hydrauliques, à Brest, et au Ministère de la Marine, à Paris (bureau des travaux hydrauliques).

Le 10 janvier 1908, inspection générale des Postes et Télégraphes, à *Alger*, fourniture de fils de fer galvanisés nécessaires au service algérien des postes et télégraphes.

### Espagne.

Prochainement, municipalité de *Ferrol* (province de la Corogne), établissement d'un circuit téléphonique.

Prochainement, municipalité de *Pedro-Munoz* (province de Ciudad Real), concession de l'éclairage électrique de la ville.

### Grande-Bretagne.

Jusqu'au 31 mars 1908, à la *Cape Town Corporation*, construction et exploitation d'un chemin de fer au sommet de la Table Mountain.

# TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

### Théories et Généralités.



### Méthodes et appareils de mesure.



### Étude, construction et essais de machines.

**Usines génératrices et réseaux de distribution.**



**Applications mécaniques.**



**Électrochimie, Électrométallurgie, etc.**



**Éléments primaires et Accumulateurs.**



**Télégraphie et Téléphonie sans fil.**



**Télégraphie et téléphonie.**



**Divers.**

**Renseignements économiques et commerciaux.**



**Bibliographie.**



**Nécrologie.**

# TABLE DES NOMS D'AUTEURS

Chartres — Imprimerie Durand, rue Fulbert. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Tome LIII. Samedi 5 Octobre 1907. 14e Année. — N° 40.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Électriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

# L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## NÉCROLOGIE

Gabriel Winter.

Nous apprenons avec regret la mort prématurée de Gabriel Winter, l'un des ingénieurs électriciens qui ont le plus contribué au succès de la traction par courant monophasé. On connaît ses travaux sur ce sujet en collaboration avec M. E. Eichberg. Né en 1869, il était entré comme ingénieur à l'Österr. Union Elektrizitäts-Gesellschaft en 1897, et, depuis 1903, il était devenu ingénieur conseil de cette maison.

## TRACTION

### *Chemin de fer du Wengernalp (Suisse).*

La transformation de cette ligne est décidée et sera exécutée par la Société Alioth suivant un projet arrêté par le Conseil d'Administration. On a admis un trafic maximum de 750 trains-jour-kilomètre avec un poids moyen de train chargé de 32 tonnes et à vide de 26. La locomotive ayant un poids de 15 tonnes et les plus fortes rampes ne dépassant pas 25 %. L'énergie électrique nécessaire est produite sous forme de courant triphasé à 7000 volts et 40 périodes par seconde à la station centrale hydro-électrique de Burglanen. Cette usine est raccordée au réseau de la station centrale du chemin de fer de la Jungfrau à Lauterbrunnen et peut être alimentée par elle. La station de transformation sera établie de telle sorte qu'un groupe de convertisseurs sera toujours conservé comme réserve. On disposera de trois groupes semblables et en plus d'une batterie d'accumulateurs qui fonctionnera comme batterie-tampon ou qui servira de réserve. Chaque groupe convertisseur se composera d'un moteur triphasé de 430 H. P., tension 7 000 volts et 40 périodes avec 385 tours-minute et d'un générateur à courant continu de 290 kilowatts à 1 500 volts commandé directement par le moteur.

La batterie sera divisée en deux parties de 736 éléments et d'une capacité de 513 ampères-heure pour une décharge de 4 h. Les deux demi-batteries seront montées en parallèle.

La capacité de la batterie sera d'ailleurs portée à une valeur telle que l'on puisse alimenter complètement 8 à 10 trains chargés et en rampe. La station de convertisseurs contient en outre deux excitatrices (chacune suffisant pour l'excitation simultanée de deux générateurs) commandées par un moteur triphasé de 29 H. P.; de plus quatre transformateurs monophasés et les tableaux correspondants à toutes ces machines. Les mâts en bois qui supportent la ligne de contact recevront des supports de ligne spéciaux en fer profilé que l'on pourra facilement démonter en automne et replacer au printemps. La ligne sera divisée en sections qui pourront être séparées les unes des autres. Pour renforcer la ligne de trolley, on a prévu sur une longueur de 16 kilomètres à partir de la station de transformation un feeder d'alimentation. Il se compose de trois câbles de cuivre de 95 millimètres car-

rés de section jusqu'à la station d'Alpiglen et de là il continue en un seul câble. Sur la première section, le feeder est monté sur les mêmes mâts que le trolley et au delà sur des poteaux distincts. Pour compenser la chute de tension considérable dans la ligne au moment du plus fort trafic, on a établi à Alpiglen un survolteur se composant d'un moteur triphasé de 175 H. P. commandant directement une dynamo de 107 kilowatts. L'installation est faite sur un wagon à marchandises à quatre essieux, elle peut être aisément transportée et ne réclame aucune surveillance. Ce sera, en Europe, la première installation de ce genre. Ce survolteur est alimenté par la station de Wengen par trois câbles de 16 millimètres carrés qui sont montés sur des poteaux distincts.

Les locomotives sont à quatre essieux, deux porteurs et deux moteurs commandés par engrenage; elles sont pourvues de deux freins à main indépendants, d'un frein automatique, et d'un freinage électrique pour modérer la vitesse à la descente. Les moteurs sont à courant continu, série, de 150 H. P. chacun. La transformation complète de la ligne sera faite pour 1910 et le matériel de traction sera porté à 15 locomotives. Les frais seront répartis sur les cinq exercices 1908-1912.

France.

*Vendée.* — Le Conseil général a voté, dans sa séance du 21 août, le projet définitif du 2e réseau de tramways vendéens qui comprendra les 4 lignes suivantes: 1° de Bourgneuf aux Sables-d'Olonne, 4 014 395 francs; 2° du Champ-Saint-Père à Coulonges-sur-l'Autise, 4 365 310 francs; 3° de Talmont à Benet, 5 576 032 francs; 4° de Fontenay-le-Comte à Maillezais, 685 000 francs.

Espagne.

*Iles Baléares.* — D'après le consul français de Palma, il est question d'installer un réseau de tramways électriques dans cette ville et dans les environs.

Italie.

*Milan.* — La Société Anonyme Westinghouse vient de passer un contrat pour l'installation d'une importante centrale à Milan.

Les alternateurs triphasés de 5 000 H. P. seront commandés par turbines à vapeur. Elle a également été chargée de la fourniture de deux turbo-alternateurs de 2 000 H. P. pour le compte de la Société Anonyme d'Electricité Rag. Carlo Zanichi et Cie, à Bergame. Enfin la Westinghouse Co doit effectuer l'électrification du *East India Railway* (Indes Anglaises).

États-Unis

*Pittsburg.* — La *Duquesne Light Company* projette l'installation d'une usine génératrice monstre pour la distribution de l'énergie électrique à Pittsburg (Pa.). Cette usine sera équipée avec des turbines à vapeur; la puissance initiale de 10 000 K. W. sera accrue ultérieurement jusqu'à 50 000 K. W.

## ÉLECTROCHIMIE

### Production des Bauxites et de l'Aluminium aux États-Unis en 1906.

En 1906, la production des bauxites aux États-Unis a atteint 73 332 tonnes, valant 9 207 775 francs. En 1905, elle avait été de 48 129 tonnes, valant 6 007 300 francs; il y a donc eu une augmentation de 57 %, le prix moyen de la tonne restant sensiblement le même. L'état de l'Arkansas est le principal producteur; les autres états, où cette industrie est déve-

loppée, sont la Georgie et la province d'Alabama. L'on a découvert aussi des gisements de bauxite en Californie et dans le Kentucky.

L'emploi de bauxite de qualité inférieure pour la fabrication des briques réfractaires, et la perspective de nouveaux développements dans l'industrie de l'aluminium ont conduit à établir des dépôts de bauxite dans diverses régions (le Tennessée par exemple).

La bauxite, sous forme de briques réfractaires, donne d'excellents résultats pour les fours soumis à de hautes températures, et, d'un autre côté, la production de l'aluminium en absorbe des quantités considérables. Cette production annuelle a passé en 20 ans de 9000 kilogrammes à près de 7 500 000 kilogrammes pour 1906. Le prix a subi en même temps une baisse importante.

L'*Aluminium Company*, anciennement *Pittsburg Reduction Company* va construire à Masséna (N. Y.) une cité ouvrière modèle comprenant 200 maisons d'habitation pour le personnel ; en outre, elle entreprendra le laminage des plaques d'aluminium à son usine de New-Kessington (Pa). D'autres installations sont encore projetées notamment près de Williamsburg (Ky.). L'on utiliserait une chute de 18 mètres sur la *Cumberland River* pouvant fournir 20 000 H. P. à toute époque de l'année.

*(The Journal of the Franklin Institute.)*

*
* *

D'après l'*Engineering and Mining Journal*, la fabrication de l'aluminium, tombée dans le domaine public en Europe après l'expiration des brevets Héroult, est encore régie en Amérique par les brevets Bradley valables jusqu'en 1909.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

L'on annonce que la Société Américaine de radiotélégraphie *de Forest* va se transformer en une société au capital de 500 000 000 frs, sous la raison sociale *United Wireless Telegraph Company*. Cette société possèdera des licences d'exploitation de tous les systèmes existant actuellement. Elle a déjà signé un contrat avec le Gouvernement Japonais et se trouve en négociations avec l'Allemagne, l'Espagne, le Mexique et quelques autres gouvernements de l'Amérique Centrale.

*
* *

Comme complément à une information au sujet de communications radiotélégraphiques du Japon avec les pays européens par l'intermédiaire de la Sibérie, l'on annonce que le Gouvernement Japonais est très favorable à l'établissement d'un service de postes de télégraphie sans fil entre Tsuruga et Vladivostock. Le prix par mot pour communiquer entre Londres et Tokio serait réduit à 4 fr. 35, tandis que ce prix est actuellement de 6 fr. 25 entre l'Allemagne et le Japon.

## DIVERS

### *L'industrie électrique Australienne.*

L'industrie électrique est très prospère en général en Australie, par le fait des nombreuses installations utilisant des moteurs électriques. Par suite des nouveaux droits de douane en vigueur depuis un an et demi, les machines importées ne pourront plus lutter d'ici peu avec le matériel construit en Australie. Les seuls appareils importés d'Allemagne en quantité notable consistent en douilles de lampe, fusibles et interrupteurs. Toutefois, les maisons de construction éprouvent encore de grandes difficultés pour exécuter à temps les ordres reçus, à cause des longs délais de livraison pour les matières premières. C'est ainsi que des fontes d'acier ne sont livrables que 4 ou 6 mois après la commande, et que les tôles de fer doux proviennent d'Allemagne.

La réduction constamment progressive du prix du cuivre favorise l'industrie électrique, les stoks des industriels (à part les fabricants de câbles) étant en général limités.

*(Electrical Review.)*

### *Salon de l'Automobile, du Cycle et des Sports.*

Le Salon de l'Automobile, du Cycle et des Sports aura lieu cette année du 12 novembre au 1er décembre 1907 au Grand Palais des Champs-Élysées et annexes. A cette occasion, plusieurs Concours et Congrès viennent d'être organisés par les soins de l'Automobile-Club de France.

*Concours de groupes électrogènes à moteurs à gaz pauvre.* — Ce concours international aura lieu dans l'enceinte de l'Exposition et pourront seuls y participer les exposants du groupement complet : gazogène-moteur-dynamo. Le jury basera ses décisions sur la dépense en combustible rapportée au kilowatt-heure. Ce combustible sera le même pour tous les concurrents (grains d'anthracite anglais 15/25) et leur sera délivré à leurs frais par la Commission exécutive.

Les groupes seront divisés en trois catégories qui auront chacune leur classement : groupes inférieurs à 15 kilowatts, compris entre 15 et 50 kilowatts, supérieurs à 50 kilowatts.

Les essais dureront du lundi 18 au mercredi 27 novembre inclus. Les moteurs devront marcher chaque jour pendant six heures, dont trois à demi-charge et trois à pleine charge.

*Congrès des applications de l'alcool dénaturé.* — Ce Congrès, dont les membres doivent envoyer leur adhésion avant le 20 octobre (cotisation 20 francs), sera divisé en deux groupes et limitera ses discussions aux questions suivantes :

*Sections techniques.* — Applications de l'alcool à l'automobile ; applications industrielles, agricoles et commerciales (autres que l'automobile) ; éclairage et chauffage ; fabrication, dénaturation, carburation.

*Sections économiques.* — Production, consommation ; applications, dépôts, vulgarisation ; législation, douanes, statistiques ; utilisation de l'alcool dénaturé aux services de la guerre et de la marine.

### *Sur l'installation des paratonnerres.*

A la demande de la dernière assemblée générale de l'Association Suisse des Électriciens, MM. A. Denzler, E. Blattner et E. Huber ont rédigé un rapport sur le placement et l'entretien des paratonnerres dont nous extrayons le passage suivant :

« Le développement de l'électrotechnique pendant ces dernières années, a modifié essentiellement les idées sur le mode d'action et l'utilité des paratonnerres installés pour la protection des bâtiments ; c'est pourquoi on a senti la nécessité de réviser les coutumes et les prescriptions officielles relatives à ce genre d'installations, et de les mettre mieux en rapport avec les connaissances de la technique actuelle.

« Les résultats d'expérience et les hypothèses sur lesquels se basent les prescriptions normales, en tant qu'ils s'écartent des idées admises anciennement, peuvent se résumer comme suit.

« Un objet peut être mis complètement à l'abri de l'action destructrice de l'électricité atmosphérique, et en particulier des coups de foudre, si on l'entoure d'un revêtement ou d'un treillis métallique et si l'on relie cette garniture protectrice à la terre. L'action protectrice du réseau métallique décroît si l'on augmente les dimensions de ses mailles, et devient minimum si le réseau se réduit à une seule maille ou à une partie de maille.

« Le montage d'une tige de paratonnerre sur l'armure métallique, n'accroît pas l'action protectrice de celle-ci, mais augmente seulement les probabilités de coups de foudre sur la pointe attirante de la tige.

« Par contre, si l'on monte la tige à l'extrémité d'un mât métallique élevé, dans le voisinage immédiat de l'objet protégé, et qu'on la met également à la terre, on peut détourner sur elle les coups de foudre qui, sans cela, atteindraient la garniture protectrice. L'exactitude de ces considérations est démontrée par l'expérience, et il s'en suit immédiatement, qu'un bâtiment construit entièrement en fer et relié soigneusement à la terre de même qu'un bateau à coque métallique, constituent par eux-mêmes, pour les personnes et les choses qu'ils renferment, un abri absolument sûr, et qu'il serait superflu de les pourvoir de paratonnerres à tiges spéciaux.

« Les toitures métalliques, ou les parties métalliques entrant dans la construction des toitures, comme les tôles de faîte, les corniches, les tôles de revêtement, les gouttières et leurs tuyaux de décharge, peuvent être considérées comme les parties d'une garniture métallique entourant le bâtiment et, pour autant qu'elles sont raccordées à un circuit de protection proprement dit, constituent un système protecteur. Au cas où le raccord n'est pas possible, à cause des frais d'établissement, il faut tout au moins que ces parties métalliques soient reliées entre elles et mises à la terre ; sans cette dernière précaution elles sont, au contraire, une source de danger.

« Les efforts les plus récents de la technique des paratonnerres tendent donc, comme l'indique M. *Findeisen*, Baurat, à utiliser pour la protection des bâtiments contre la foudre, en toute première ligne, les parties métalliques des toitures et, là où ces parties font défaut et ne sont pas suffisamment

développées, à installer un réseau protecteur spécial composé de conducteurs menés le long des lignes de faîte et des arêtes du toit, et de lignes de terre proprement dites, afin d'obtenir un degré de sécurité proportionné aux circonstances locales.

« La multiplicité et la variabilité des conditions rendent impossible l'unification des types d'installation des paratonnerres.

« Dans la rédaction des prescriptions normales, on a tenu compte aussi de la circonstance qu'il s'agit presque toujours dans les décharges atmosphériques, de courants électriques à haute tension et à haute fréquence, dont le passage dépend moins de la résistance ohmique des conducteurs, c'est-à-dire de leur section, que de la surface des parties métalliques destinées à la dérivation du courant, de telle sorte que, par exemple, un tuyau de décharge des eaux de pluie, mis à la terre, même formé de bouts de tuyau mis bout à bout et non soudés, a une action plus efficace qu'un conducteur plein de même section.

« Pour la même raison, il ne faut pas attribuer une trop grande importance à la qualité du métal constituant les conducteurs, comme le faisaient les anciennes prescriptions relatives aux paratonnerres, et on peut considérer toute pièce en tôle comme très appropriée à la fonction de conducteur pour la dérivation des décharges atmosphériques.

« La tendance à ne pas concentrer en des points déterminés les grandes différences de potentiel qui se produisent lors des orages, mais d'essayer plutôt de les disperser en créant des surfaces conductrices étendues et en ménageant de nombreuses prises de terre, n'exclut pas la possibilité de réduire encore plus la chute de potentiel maximum, par l'application du pouvoir des pointes ; cependant ce résultat est atteint plus sûrement, d'après les essais de *Melsens,* par des tiges plus courtes et plus nombreuses ou par des faisceaux de tiges répartis en divers endroits de la garniture métallique, que par quelques tiges dominant le bâtiment en deux ou trois points seulement.

« L'emploi des paratonnerres simples, à tige unique, est indiqué pour la protection d'objets particulièrement exposés, attirant spécialement la foudre, tels que les clochers, les cheminées d'usine, etc. L'emploi des paratonnerres à tige est encore à recommander pour la protection des poudrières, des magasins à pétrole, etc. et, dans ce cas, on les installera sur des mâts élevés à côté des bâtiments à protéger, dans le but d'en détourner les coups de foudre.

« La chose la plus importante est la prise de terre, c'est pourquoi l'on devrait prescrire de ne pas recouvrir celle-ci avant qu'elle ait été contrôlée et trouvée satisfaisante par le personnel compétent. Si l'exécution des nouvelles installations est soignée et le premier contrôle consciencieux, des intervalles

plus longs entre les contrôles subséquents, trois ou cinq ans par exemple, seront admissibles.

« Ceci suppose, bien entendu, que ces contrôles sont faits soigneusement par un personnel spécialement instruit, non intéressé commercialement à l'installation des paratonnerres.

« L'installation des paratonnerres sur un bâtiment comprend deux parties principales :

« A) La garniture métallique, c'est-à-dire le réseau de conducteurs entourant la toiture et, éventuellement, les tiges de paratonnerre ou les faisceaux de pointes.

« B) Les lignes et les prises de terre.

« *Garniture métallique de la toiture.* — Les conducteurs métalliques constituant la garniture doivent être menés le long des crêtes et des arêtes, ainsi que le long des cheminées dépassant ces dernières, et doivent être réunis entre eux.

« Au réseau ainsi constitué, doivent être reliées toutes les parties métalliques de la toiture, telles que les tôles de faite, de corniche, les tôles de revêtement des lucarnes, les gouttières, les tuyaux de cheminée et leurs chapiteaux, les bordures de zinc, les charpentes métalliques, etc.

« Là où les parties métalliques de la construction ont un développement suffisant et sont suffisamment bien reliées entre elles au point de vue électrique, elles peuvent constituer par elles-mêmes le réseau protecteur. Le cas échéant on assurera une bonne communication électrique entre les différentes parties métalliques que l'on veut utiliser, au moyen de liaisons conductrices spéciales.

« Les garnitures proprement dites, et éventuellement les liaisons conductrices dont on vient de parler, ne peuvent être composées que de fils, de rubans ou de câbles en cuivre ou en fer galvanisé.

« Le fil de cuivre employé doit avoir au moins 6 millimètres de diamètre, pour les bâtiments de moins de 25 mètres de hauteur de faîte ; pour les constructions plus élevées, telles que tours, cheminées d'usines, au moins 7 millimètres de diamètre. Les rubans de cuivre doivent avoir une section égale à une fois et demie les sections circulaires déterminées ci-dessus. Si l'on emploie du fer galvanisé, la section des fils ou rubans doit être au moins le double de la section exigée pour le cuivre. Enfin les câbles employés seront composés de brins d'au moins 9 millimètres d'épaisseur.

« La liaison des différentes parties de la garniture entre elles, doit être faite solidement, par soudure, rivure ou assemblage à vis. Les câbles devront être épissés.

« Les conducteurs de garniture et les conducteurs de liaison seront fixés par de légers supports en fer, ancrés convenablement aux poutres de la toiture, à des intervalles de 9 mètres au maximum. On veillera à ce que le trou d'ancrages soit bien refermé, afin d'éviter l'infiltration des eaux fluviales.

« Les supports en question seront pourvus d'œillets ou de fourchettes pour la fixation du fil à une distance de 20 — 30 centimètres au-dessus de la crête ou des arêtes du toit.

« Les conducteurs de garniture et de liaison menés sur le toit, seront fixés de telle manière qu'ils soient le moins possible exposés à des détériorations par suite de réparations ou de travaux à la toiture, ou de la chute des neiges. Pour qu'il n'en résulte aucun inconvénient, ni aucune complication, on placera les conducteurs de manière à faciliter l'inspection régulière de ceux-ci.

« Si est fait usage de tiges spéciales pour la protection d'un bâtiment, celles-ci devront être soigneusement reliées au point de vue électrique, à la garniture métallique de protection entourant la toiture.

« Ces tiges seront assez fortes et solidement fixées.

Les pointes de ces tiges seront interchangeables.

« Les mâts de protection montés isolément, comme cela se fait ordinairement près des poudrières, de même que les cheminées d'usine isolées, les tours, etc., doivent être traités comme des corps de bâtiment indépendants, c'est-à-dire que leurs paratonnerres ne peuvent pas être reliés à ceux d'autres constructions moins élevées situées dans le voisinage.

« *Lignes et prises de terre.* — Les paratonnerres montés sur des corps de bâtiment jusque 300 mètres carrés de superficie, seront pourvus de deux lignes de terre, lesquelles se trouveront, en règle générale, sur la façade extérieure des bâtiments. Pour les bâtiments plus étendus, on montera une ligne de terre supplémentaire pour chaque superficie de 200 mètres carrés en sus. En outre, les gouttières seront mises à la terre par leur partie inférieure, ou reliées à la ligne de terre.

« Les parties métalliques se développant sur une étendue assez grande à l'intérieur du bâtiment protégé, formant un tout, comme les conduites d'eau ou de gaz, les tuyaux des chaufferies centrales, les charpentes en poutrelles métalliques, etc., et qu'on peut considérer comme constituant, pour le passage du fluide électrique à la terre, des conducteurs au moins aussi bons que les lignes de terre proprement dites, doivent être reliées électriquement avec celles-ci, et cela, autant que possible aux points inférieurs, par exemple à l'entrée des conduites d'eau dans le bâtiment. Pour les conduites de gaz, la mise à la terre doit toujours se faire à l'entrée de celles-ci dans l'habitation, et en tout cas, entre le raccordement et le compteur.

« Les lignes de terre doivent être composées, comme les autres conducteurs, de fils de cuivre ou de fer galvanisé.

« En outre, jusqu'à 1 mètre environ au-dessus du sol, on peut faire usage, pour les lignes de terre, de tuyaux de plomb dans lesquels on introduit l'extrémité des conducteurs que l'on cale soigneusement. Le diamètre intérieur de ces tuyaux de plomb doit être égal à celui des fils, et l'épaisseur des parois, d'au moins 9 millimètres. Ces tuyaux de plomb seront protégés contre les détériorations mécaniques.

« La liaison entre les lignes de terre et le sol se fera le plus facilement, dans les habitations raccordées à la distribution d'eau, en reliant les conducteurs à la tuyauterie, et cela le plus près possible du point d'introduction de la canalisation dans la maison.

« S'il n'existe pas de canalisation hydraulique, mais que la tranche liquide à l'intérieur du sol soit facilement accessible, ou bien qu'il se trouve dans le voisinage des endroits où le sol est humide, des puits ou des fontaines, les lignes de terre seront conduites à la distance et à la profondeur nécessaires pour atteindre ces endroits favorables à la prise de terre.

« Si l'on ne peut atteindre la couche d'eau d'infiltration qu'à une grande profondeur, et qu'il n'y a pas de source dans le voisinage, autant que possible on constituera autour du bâtiment, à une distance de 1 ou 2 mètres des murs de fondation, une boucle en fil de cuivre ou de fer galvanisé, qu'on enfouira à une profondeur de 30 ou 40 centimètres dans le sol. C'est à cette boucle que l'on reliera les lignes de terre et les extrémités des tuyaux de décharge.

« Pour diminuer la résistance des prises de terre et faciliter la dispersion de l'électricité dans le sol, on reliera l'extrémité des lignes de terre à des plaques de cuivre ou de fer, des treillis, de vieux tuyaux en métal, rails, etc. Ou bien l'on développera les fils et les rubans sur une longueur de 8 à 12 mètres en ligne droite, en spires ou en zig-zag

pour le 21 octobre prochain les actionnaires seront appelés à statuer sur une augmentation du capital de 14 à 16 millions de francs et l'émission d'obligations à concurrence de 8 ou 10 millions.

*Société générale des Chemins de fer économiques.* — Extrait du rapport du Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 22 juin 1907.

Les lignes suivantes ont été ouvertes successivement à l'exploitation.

| | |
|---|---|
| Le 23 juillet la section de la ligne de la Guerche à Argent (Cher) comprise entre la Guerche et Veaugues, d'une longueur de. | 48km,235 |
| Le 1er août 1906 la ligne de La Palisse au Mayet-de-Montagne (Allier). . . . . | 220 ,39 |
| Le 4 août suivant la section de la ligne de Carhaix à Châteaulin (réseau breton exploité pour le compte de la Compagnie de l'Ouest) comprise entre Pleyben et Châteaulin-Ville. . . . . . . . . | 13 ,350 |
| Le 15 septembre 1906 la section de la ligne de Marçais à Saint-Florent (Cher) comprise entre Marçais et Lignières. . . . | 20 ,637 |
| Le 16 novembre 1906 la ligne d'Aumale à Envermeu (exploitée pour le compte du département de la Seine-Inférieure). . . | 51 ,098 |
| Le 6 mai 1907 la seconde section de la ligne de Marçais à Saint-Florent. . . . . | 30 ,809 |
| Enfin le 10 mai 1907 la ligne d'Orange au Buis-les-Baronnies (exploitée pour le compte de la compagnie P.-L.-M.). . . | 49 ,505 |
| Ensemble. . . . . . . . . | 235km,673 |

ce qui porte à 2 088 kilomètres le développement total de l'exploitation à ce jour.

Les recettes effectuées en 1906 sont résumées ci-dessous :

| LIGNES | LONGUEURS KILOMÉTRIQUES | RECETTES | |
|---|---|---|---|
| | | TOTALES | PAR KILOM. |
| *Intérêt local :* | | | francs. |
| Gironde. . . . . . . . | 301 | 1 455 494fr,19 | 4 839 |
| Landes. . . . . . . . | 14 | 37 501 42 | 2 344 |
| Tramway de Camarsac.. . . | 16 | 80 973 82 | 5 195 |
| Allier (ancien réseau). . . . | 224 | 1 067 423 56 | 4 765 |
| Allier (lignes nouvelles). . . | 36 | 73 817 33 | 2 050 |
| Somme. . . . . . . . | 311 | 1 632 816 82 | 5 262 |
| Gudmont à Remicourt (Haute-Marne).. . . . . . . . | 21 | 104 149 90 | 4 886 |
| Cher (Bourges à Laugère).. . | 55 | 179 776 44 | 3 256 |
| Cher (lignes nouvelles). . . | 27 | 44 654 39 | 1 654 |
| Valmondois à Marine (Seine-et-Oise). . . . . . . | 22 | 112 478 85 | 5 094 |
| Seine-et-Marne. . . . . . | 130 | 329 211 69 | 2 526 |
| Nièvre. . . . . . . . . | 198 | 527 965 10 | 2 750 |
| | 1 355 | 5 646 267fr,51 | 4 167 |
| *Intérêt général :* | | | |
| Châteaumeillant à La Guerche et Sancoins à Lapeyrouse. . | 174 | 531 467 51 | 3 052 |
| | 1 529 | 6 177 735fr,02 | |
| *Lignes affermées à la société :* | | | |
| Par la Compagnie de Bussy à Ercheu : Bussy-Ercheu. . . | 13 | 46 531 77 | 3 617 |
| Par la Compagnie du Nord : Noyelles à Saint-Valery. . . | 5 | 48 411 80 | 9 049 |
| Par la Compagnie de l'Ouest : réseau breton. . . . . . | 324 | 1 249 665 24 | 3 780 |
| Par la Société immobilière de Lacanau : Lacanau à l'Océan. | 12 | 31 957 35 | 2 663 |
| Par le département de la Seine-Inférieure : Aumale à Envermeu.. . . . . . . . | 6 | 7 853 68 | 1 219 |
| | 1 889 | | |
| Total général des recettes de l'exercice 1906. . . . | | 7 562 154fr,86 | |

Ce tableau fait ressortir, pour les lignes d'intérêt local, une recette kilométrique moyenne de 4 167 fr., inférieure de 87 fr. à la moyenne de 1905.

## DEMANDES D'EMPLOIS

Jeune homme, possédant tous éléments pour réussir, désire entrer dans importante maison d'électricité pour se mettre au courant, voyagerait France et étranger. Connaissant très bien comptabilité et allemand, pourrait en attendant rendre sérieux services dans bureau. Excellentes références. S'adresser aux bureaux du journal P. G.

***

Demoiselle, connaissant l'anglais, la comptabilité, au courant de la série des électriciens, très bonnes références, demande place dans maison d'électricité. Initiales P. L.

Cette baisse est due exclusivement à l'ouverture à l'exploitation en 1906 des lignes nouvelles de l'Allier et du Cher et de la ligne d'Aumale à Envermeu.

Le produit net des principales lignes d'intérêt local des anciennes concessions, produit qui, pour les départements et l'État, vient en déduction de la garantie d'intérêts, donne, comparé avec l'exercice 1905, les résultats suivants :

| | 1906 | 1905 |
|---|---|---|
| Gironde | 284 639fr,36 | 279 971fr,28 |
| Allier | 247 413 14 | 180 332 88 |
| Somme | 518 252 60 | 530 820 88 |
| Cher | 17 528 36 | 12 587 96 |
| Nièvre | 13 504 90 | 10 210 22 |

Les transports ont été de 4 227 242 voyageurs et de 1 832 186 tonnes de marchandises, en augmentation de 355 389 voyageurs et de 142 278 tonnes de marchandises sur les transports de 1905.

| | |
|---|---|
| Le total général des recettes, y compris les lignes nouvelles, s'est élevé en 1906 à | 7 562 154fr,86 |
| En 1905 il avait été de | 7 001 101 18 |
| Il y a donc sur l'ensemble de l'exploitation une augmentation de recettes de | 561 053fr,68 |

Voici le bilan et les comptes de l'exercice 1906.

Le solde créditeur du compte de profits et pertes est de 1 784 377 fr. 17.

La répartition suivante est proposée :

| | |
|---|---|
| Attribution au personnel classé | 221 291fr » |
| A la réserve légale | 77 900 62 |
| Intérêts aux actions | 531 250 » |
| Au Conseil d'administration | 94 886 19 |
| Au fonds de prévoyance | 170 795 14 |
| Aux parts bénéficiaires | 170 795 14 |
| Dividende 2 % aux actions | 212 500 » |
| A la réserve extraordinaire | 300 000 » |
| A reporter à nouveau | 4 959 08 |
| TOTAL ÉGAL | 1 784 377fr,17 |

D'après ces propositions, il sera payé à partir du 1er juillet prochain, en tenant compte pour six mois de la libération de 25 fr. par action, un dividende total de 14 fr. 875, sous déduction des impôts, par action libérée de 225 fr., et il sera attribué 40 fr. 997 à la part bénéficiaire, également sous déduction des impôts.

L'ensemble des réserves formera un total de 5 739 117 fr. 92, savoir :

*Réserves ordinaires :*

| | |
|---|---|
| Réserve légale | 1 325 629fr,81 |
| Fonds de prévoyance | 2 850 543 18 |
| Réserve d'exploitation du réseau breton | 246 141 95 |
| | 4 422 314fr,94 |
| Réserve extraordinaire constituée par les assemblées générales des 13 mai 1886 et 29 juin 1892 | 446 802 98 |

*Fonds spéciaux :*

| | | |
|---|---|---|
| Assurances (incendie) | 350 000fr | |
| — (accidents du travail) | 135 000 | |
| Fonds de secours | 185 000 | |
| Provision pour renouvellement | 300 000 | |
| | | 970 000 » |
| ENSEMBLE | | 5 839 117fr,92 |

L'assemblée générale a voté les résolutions suivantes :

*Première résolution.*

L'assemblée générale, après avoir entendu le rapport du commissaire chargé de la vérification des comptes, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice 1906.

*Deuxième résolution.*

L'assemblée générale décide qu'il y a lieu :

1° De prélever sur le compte de profits et pertes, avant toute répartition, une somme de 221 291 francs qui sera attribuée, à titre de participation aux résultats de l'exercice 1906, au personnel classé en fonctions au 22 juin 1907 ;

2° D'inscrire à la réserve extraordinaire créée par l'assemblée générale du 13 mai 1886, par prélèvement sur la part des bénéfices revenant aux actionnaires à titre de dividende, en vertu de l'article 44 des statuts et dans les conditions définies par l'assemblée extraordinaire du 29 juin 1892, une somme de 300 000 francs.

*Troisième résolution.*

L'assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration :

Fixe à 14 fr. 875 le vingt-cinquième coupon, comprenant les intérêts et le dividende attribués à chaque action nominative de 500 fr. libérée de 225 fr. et à 40 fr. 997 le dividende attribué à chaque part bénéficiaire ;

Fixe au 1er juillet 1907 la date de mise en paiement desdits intérêts et dividendes ;

Et décide que le reliquat du solde créditeur du compte de profits et pertes sera reporté à nouveau à l'avoir de ce compte.

*Quatrième résolution.*

L'assemblée générale nomme administrateurs, pour entrer en fonctions à dater du 15 juillet 1907, MM. le baron des Michels et Albert Ellissen.

*Cinquième résolution.*

L'assemblée générale nomme M. Fourcault commissaire chargé de vérifier le bilan et les comptes de l'exercice 1907.

Ces résolutions sont successivement adoptées à l'unanimité.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 7 octobre 1907, à 2 h. 1/2, Préfecture des Basses-Pyrénées, à *Pau*, travaux d'exécution du 3e lot du chemin de fer d'Oloron à Bédous. Devis total, 1 460 000 francs. Caut. prov., 23 090 francs; caut. déf., 46 000 francs.

Le 9 octobre, à 3 heures, à *Cherbourg*, fourniture de tôles d'acier de construction (R = 50 kg.), en deux lots, 16 520 francs et 32 760 francs; caut.: 826 francs et 1638 francs.

Le 9 octobre, à 2 h. 1/2, à la direction des forges de l'artillerie, avenue de Saxe, 2, à *Paris*, fourniture de 180 000 kilogrammes de laiton en fils, en 5 lots.

Le 10 octobre, à 2 heures, à Toulon, fourniture: 1° de tuyaux en cuivre rouge sans soudure supérieurs et ordinaires, en 3 lots spéciaux; caut.: 2 670 francs, 320 francs et 1 660 francs; 2° des fils de fer et pointes de fer; caut.: 245 francs à verser après approbation.

Le 5 novembre, à 2 h., à la préfecture de la Somme, à *Amiens*, adjudication de la concession du tramway de Fort-Mahon à Monchaux. Mise à prix: 20 000 fr.; cautionnement: 3 000 francs. Nul ne sera admis à concourir à l'adjudication s'il n'a pas été spécialement agréé par le préfet. Demandes d'admission avant le 15 octobre.

### Belgique.

Le 8 octobre, à midi, à l'Hôtel de ville, à *Anvers*, construction de la station de transformation pour les grues et appareils électriques des nouveaux bassins du Nord, 67 000 francs; cautionnement: 4 000 francs; cahier des charges: un franc.

Le 16 octobre, direction des chemins de fer de l'État belge, à *Bruxelles*, adjudications pour la fourniture de 3000 tonnes de rails Vignole en acier de 52 kg. par mètre, 9 600 paires d'éclisses diverses et 2 000 plaques spéciales de raccord, 200 000 plaques d'appui, 1 300 000 crampons, 800 000 boulons d'éclisse et 500 000 rondelles-ressort.

Le 16 octobre, à 11 h., à la Société Nationale des chemins de fer vicinaux, 14, rue de la Science, à *Bruxelles*, construction du chemin de fer vicinal de Libramont à Amberloup, 321 895 fr. 36; cautionnement: 32 000 frannes. Soumissions recommandées le 15 octobre.

Le 17 octobre, à midi, à l'Hôtel de ville, à *Anvers*, installation de la lumière électrique dans la salle des fêtes nouvellement construite sur la place Meir; caut.: 8 000 francs; cahier des charges: 0 fr. 50.

Le 12 novembre, à midi, à l'Hôtel de ville, à *Anvers*, fourniture et montage d'une grue électrique de 30 tonnes au n° 71 des nouveaux bassins du Nord; ionnementcaut: 7 000 francs; cahier des charges: 1 franc; plan: 2 francs.

Prochainement, à la Bourse de *Bruxelles*, fourniture, en 60 lots, de pièces de rechange pour voitures, wagons, etc., pour les chemins de fer de l'État belge.

### Allemagne.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Wermelskirchen* (Rheinland), établissement d'installations électriques.

### Italie.

Le 12 octobre, à 11 h., au ministère de la marine, à *Rome*, et à la direction des arsenaux de *Tarente*, fourniture de fer homogène en laminé et verges profilées, en 3 lots: 1er lot, L. 76 238,91; cautionnement: 7 625 lires; 2e lot, L. 51 493,15; cautionnement: 5 150 lires; 3e lot, L. 53 706,37; cautionnement: 5 375 lires.

### Autriche-Hongrie.

Le 10 octobre, à l'administration communale, à *Temesvar* (Hongrie), fourniture de machines pour l'installation de pompes.

Le 15 octobre, à l'administration communale, à *Mähr-Schönberg*, installation de l'électricité.

### Australie.

Le 23 octobre, à M. le Deputy Postmaster general, à *Sydney* (Nouvelle-Galles du Sud), fourniture de 11 tonnes fil de fer galvanisé et 1 600 isolateurs.

Tome LIII. Samedi 12 Octobre 1907. 14e Année. — N° 41.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

### *Éclairage électrique des trains.*

La *General Electric Company* vient de construire un petit turbo-générateur Curtis pour l'éclairage des trains.

Lorsqu'il s'agit de trains faisant un service suburbain, et dans le cas où la locomotive n'est jamais détachée du convoi, ce groupe peut être employé sans batterie d'accumulateurs, ce qui réduit considérablement le coût d'établissement et l'entretien.

Deux types ont été établis, l'un pour être monté directement sur la chaudière de la locomotive, et l'autre pour être placé dans le fourgon à bagages. En montant la turbine sur la locomotive, il est possible de réduire au minimum la tuyauterie, en supprimant tout tuyau flexible. D'autre part, si la disposition de la locomotive ne permet pas de mettre cette turbine dans un abri, l'absence de vibrations en marche permet de la placer dans le fourgon sans craindre d'incommoder les voyageurs.

Les puissances choisies sont de 15, 25 et 35 kilowatts.

Le groupe ne comporte que deux paliers, et l'arbre est d'une seule pièce, sans accouplement. La roue de la turbine est en acier forgé et porte trois rangées d'aubes ; elle est montée à l'extérieur du palier principal. Au sortir de l'enveloppe de la turbine, l'arbre passe dans une garniture métallique spéciale avec dispositif pour rattraper l'usure. Le palier principal et l'arbre sont munis de collerettes de buttée pour maintenir la roue en place malgré les chocs, surtout lorsqu'on attèle des wagons. Les paliers sont à bagues, avec un dispositif spécial pour empêcher les projections d'huile. Le régulateur, calé sur l'arbre à l'extérieur de la roue, est à force centrifuge et commande une valve réglant l'admission de la vapeur dans les augets. En cas d'avarie, l'on a prévu une valve de secours manœuvrée par un régulateur spécial également à force centrifuge. La dynamo, entièrement cuirassée, est munie d'un ventilateur et de balais analogues à ceux des moteurs de traction, entourés de feutre et maintenus par des pinces s'ouvrant à la main.

Les types de 25 et 35 kilowatts sont munis d'un graissage à huile sous pression, les bagues de graissage ne servent alors que d'auxiliaires.

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

### *Les installations électriques des usines de la Lackawanna Steel Company.*

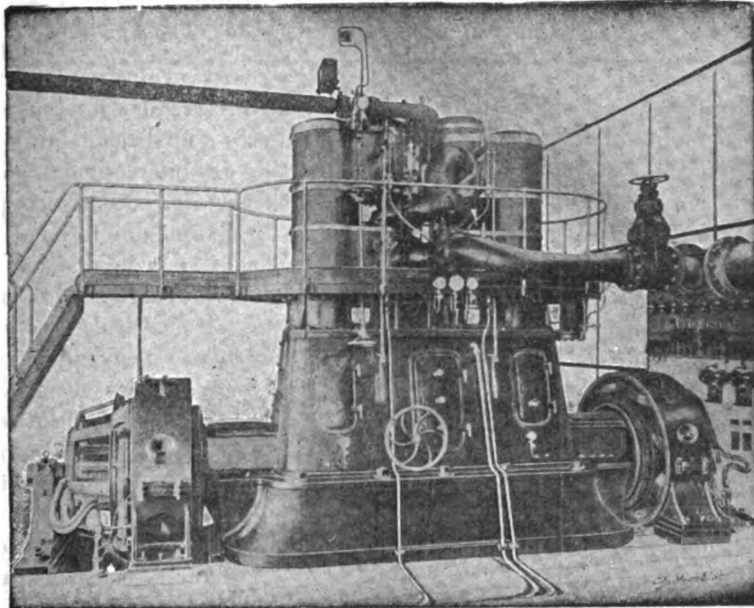
La construction des usines de la « Lackawanna Steel Company » à West Seneca remonte à quelques années, et, dès les débuts, l'on fit usage de l'électricité pour assurer divers services auxiliaires.

L'on installa des groupes électrogènes alimentés avec le gaz provenant des hauts fourneaux, et fournissant du courant à des grues, des déchargeurs, des transbordeurs, etc ; ce courant fut aussi utilisé pour

# MACHINES BELLEVILLE

## A GRANDE VITESSE

## avec Graissage continu à haute pression
## par Pompe oscillante sans Clapets



Machine à triple expansion, de 500 chevaux, actionnant directement deux dynamos

**BREVET D'INVENTION S. G. D. G. DU 14 JANVIER 1897**

**TYPES de 10 à 5000 CHEVAUX**

### SPÉCIMENS D'APPLICATIONS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ministère de la Marine.** | | | | |
| Pour le contre-torpilleur " Pierrier " | 2 | machines | 6 800 | chevaux |
| Pour les torpilleurs 368 et 369 | 2 | — | 4 000 | — |
| Pour le cuirassé " République " (groupes électrogènes de bord) | 4 | — | 600 | — |
| Pour la Station de chargement de sous-marins de la baie Ponty (Bizerte) | 3 | — | 600 | — |
| Companhias Reunidas Gaz e Electricidade, Lisbonne | 6 | — | 5 000 | — |
| Compagnie Générale pour l'Éclairage et le Chauffage, Bruxelles (pour les Stations électriques de Valenciennes, de Catane et de Cambrai) | 7 | — | 2 338 | — |
| Arsenal de Toulon | 5 | — | 1 660 | — |
| Arsenal de Bizerte (Station Electrique de Sidi-Abdallah) | 6 | — | 1 350 | — |
| Société d'Électricité Alioth, pour la Station de Valladolid (Espagne) | 1 | — | 1 200 | — |
| — pour la Station de Nimes | 2 | — | 1 300 | — |
| Compagnie des Mines d'Aniche | 14 | — | 1 152 | — |
| Port de Cherbourg | 3 | — | 830 | — |
| Fonderie Nationale de Ruelle | 2 | — | 800 | — |
| Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité (Orléans) | 1 | — | 750 | — |
| Compagnie Française Thomson-Houston, Paris (pour ses usines d'Alger, d'Arles, de Vitry-sur-Seine, de Tunis et de Marseille) | 6 | — | 658 | — |
| Société Anonyme des Mines d'Albi | 2 | — | 600 | — |
| Société Normande de Gaz, d'Électricité et d'Eau | 5 | — | 580 | — |
| Etc., etc. | | | | |

*Les installations réalisées jusqu'à ce jour comportent plus de* **400** *Machines à grande vitesse et près de* **3 000** *Machines à vapeur diverses*

**ÉTUDE GRATUITE DES PROJETS & DEVIS D'INSTALLATION**

## Sté Ame des Établissements DELAUNAY BELLEVILLE

**Capital : SIX MILLIONS de Francs**

**ATELIERS & CHANTIERS DE L'ERMITAGE, à SAINT-DENIS (Seine)**

Adresse télégraphique : BELLEVILLE, Saint-Denis-sur-Seine.

la commande des laminoirs, et pour un petit chemin de fer électrique desservant les usines.

La charge ainsi constituée était très variable en raison des démarrages et arrêts fréquents, et de la puissance des moteurs. L'utilisation des gaz de hauts fourneaux nécessitait la centralisation des groupes générateurs en un certain point des usines de telle sorte qu'au fur et à mesure de l'extension de celles-ci, les voltages choisis primitivement (250 volts pour le courant continu et 440 pour le courant alternatif) devenaient insuffisants et conduisaient à des pertes excessives.

L'adoption d'un système de distribution comportant plusieurs stations génératrices entraînait l'abandon des moteurs à gaz. D'autre part, si l'on gardait le système avec station unique, il était nécessaire d'élever la tension du courant alternatif afin de diminuer les pertes, ce qui obligeait à remplacer les câbles non suffisamment isolés ; quant au courant continu, il eût fallu, pour diminuer aussi les pertes, le transformer en courant alternatif et alimenter des commutatrices placées aux points d'utilisation ; ce procédé était certainement très désavantageux et très coûteux. Enfin, par suite de l'agrandissement de l'usine, la production de gaz des hauts fourneaux devenait insuffisante, pour fournir l'énergie électrique demandée, de telle sorte que l'on se trouvait dans l'obligation d'employer du charbon ordinaire pour alimenter des gazogènes. Dans ces conditions, il était bien préférable de se procurer de l'énergie électrique au dehors et c'est ainsi que l'on s'adressa à la Société « Ontario Power Company » dont la station hydraulique est actionnée par les chutes du Niagara.

Étant donné le caractère de l'entreprise, l'installation devait répondre à trois conditions essentielles:

1° Présenter une grande sécurité ;

2° Offrir les plus grandes commodités pour l'exploitation ;

3° Être aussi économique que possible.

Pour remplir ces conditions l'on construisit 4 stations :

*a*) Une sous-station recevant le courant à 60 000 volts fourni par l'usine génératrice de la « Niagara Lockport et Ontario Power Company » et le ramenant à 2 200 volts ;

*b*) Trois sous-stations placées en différents points de l'usine et recevant le courant à 2 200 volts ; dans ces sous-stations ce courant est converti en courant alternatif à 440 volts et en courant continu à 250 volts.

### Sous-station a 60000 volts.

*Entrée des lignes à 60 000 volts.* — Le courant provenant des deux lignes à 60 000 volts pénètre dans le bâtiment après avoir traversé des interrupteurs de raccordement manœuvrés d'un balcon sur la façade ; il passe ensuite dans des interrupteurs à huile et dans des transformateurs-série de mesure, puis arrive aux barres de la station qui forment une boucle située immédiatement sous le plafond. Ces barres sont formées de tubes de cuivre de 6 millimètres environ, supportés par des isolateurs ordinaires à 60 000 volts. Les barres peuvent être sectionnées au moyen de raccords mobiles, de manière à ce que chaque groupe de trois transformateurs puisse être isolé pour faire des réparations ou pour nettoyer les isolateurs ; en outre, des connexions transversales peuvent être établies dans la salle des interrupteurs à huile de telle sorte que chaque côté de la boucle puisse être alimenté directement par la ligne correspondant à l'autre côté.

*Transformateurs.* — Avant d'arriver aux transformateurs, le courant à haute tension passe dans des fusibles : les transformateurs d'une puissance normale de 1 000 kilowatts sont disposés sur deux rangs de six chacun ; ils sont plongés dans l'huile, avec une circulation d'eau. Actuellement il n'y en a que six en service avec un septième en réserve.

Les secondaires sont bobinés pour 2 500 volts avec des prises auxiliaires jusqu'à 2 200 volts. Ils sont connectés en triangle ; au contraire, les primaires sont en étoile et le point neutre est relié à la terre, ainsi que les bacs à huile et les tubes de circulation d'eau, au moyen de rails qui servent égale-

ment à permettre le déplacement des transformateurs pour les réparations. Une petite salle a été aménagée à une des extrémités de la station, pour les essais, pour les visites, le remplacement de l'huile, etc.

Pour prévenir tout danger provenant d'une surélévation de pression due à l'ébullition de l'huile par suite d'un court-circuit, etc., les bacs des transformateurs sont pourvus de tuyaux aboutissant sur le toit et dans les égouts. Ces tuyaux sont munis d'une soupape de sûreté pour empêcher l'humidité de pénétrer, et pour isoler les bacs les uns des autres. Enfin un autre système de tuyaux et de réservoirs permet de vider ou de remplir facilement les bacs des transformateurs par le simple effet de pesanteur

*Barres à 2500 volts.* — Ces barres se composent jusqu'à présent d'une simple bande droite de cuivre (3×75 millimètres) supportée par des isolateurs à 5000 volts ; ultérieurement l'on adoptera une boucle avec des interrupteurs de sectionnement. De ces barres partent 4 feeders aboutissant à la sous-station n° 2 de distribution, et composés de câbles souterrains.

### Système de canalisation.

Pour les canalisations souterraines, à cause des mouvements du sol et des conditions d'exploitation de l'usine, l'on adopta, après de nombreuses études, un système de conduites en tuiles soutenues par des pilotis, et renforcées par des arceaux en béton. La section des câbles a été calculée de manière à remplir trois conditions :

1° Réduire les pertes au minimum possible lorsque tout est en charge ;

2° Permettre la mise hors service de la moitié des câbles pour les réparations, les remplacements, etc. sans que pour cela la chute de tension soit trop excessive et empêche par exemple la marche des machines synchrones ;

3° Avec cette surcharge, l'échauffement ne doit pas dépasser des limites dangereuses.

Ces conditions amenèrent à l'emploi d'une tension secondaire élevée bien que le prix de l'appareillage ait ainsi été rendu plus coûteux.

### Sous-stations de distribution.

Celles-ci ne présentent rien de particulier. La sous-station n° 1 comporte une rangée de transformateurs de 375 kilowatts à huile et à refroidissement automatique, ramenant la tension de 2200 à 440 volts, et connectés en double triangle ; en outre, 2 moteurs synchrones de 1000 kilowatts et 1 de 500 kilowatts sont installés pour la production de courant continu à 250 volts. Les machines sont placées dans l'ancienne station de la Lackawanna Steel Company, et le courant arrive par câbles de la sous-station n° 2, qui reçoit, comme on l'a vu plus haut, toute l'énergie provenant de la sous-station de transformation à 60000 volts.

Actuellement la sous-station n° 2 se compose de 2 moteurs synchrones analogues de 500 kilowatts ; l'on prévoit ultérieurement encore deux autres moteurs. Quant à la sous-station n° 3, alimentée par une ligne aérienne double venant également de la sous-station n° 2, elle ne comprend qu'un groupe moteur-générateur, et une rangée de transformateurs de 100 kilowatts.

### Exploitation.

Le courant continu est actuellement beaucoup plus employé dans l'usine que le courant alternatif, de telle sorte que le facteur de puissance est bon, malgré l'usage d'un certain nombre de petits moteurs d'induction. Pour relever le facteur de puissance du réseau à courants alternatifs, l'on a renoncé par économie à employer un moteur synchrone spécial tournant à vide (synchronous condenser) ; l'on obtient le résultat cherché en réglant l'excitation des moteurs synchrones des groupes ; du reste, l'emploi de commutatrices tout en étant aussi coûteux (à cause des transformateurs nécessaires) n'aurait pas donné les mêmes facilités de réglage que des groupes moteurs-générateurs. Ces réglages devaient d'ailleurs être très précis, car, pour éviter des variations trop exagérées dans la puissance fournie par la Ontario

Power Company, l'on fait marcher en parallèle l'ancienne station génératrice avec la ligne du nouveau transport d'énergie. Toute l'installation électrique a été faite par la Compagnie Westinghouse.

*(The Electrical Journal.)*

*
* *

On annonce que la Compagnie Générale Électrique de Nancy est en train de construire à Conflans-Jarny (Meurthe-et-Moselle) une station centrale très importante pour la distribution de l'énergie électrique dans le bassin minier de Briey.

*
* *

Le Ministère de la Marine a autorisé le port de Cherbourg à consacrer 1 000 000 francs à l'établissement de stations génératrices pour l'éclairage des ateliers de l'arsenal et la charge des accumulateurs des sous-marins.

*
* *

La station centrale de Milan va procéder prochainement à l'installation d'un groupe turbo-alternateur à 4 pôles de 3 500 kilowatts, 1 250 tours à la minute, 8 650 volts. La turbine à vapeur sera munie d'un condenseur Leblanc-Westinghouse. Cette dernière société est d'ailleurs chargée de toute l'installation électrique et mécanique.

## TRACTION

### États-Unis.

D'après le *Street Railway*, le Southern Pacific Railroad Company vient de décider l'emploi de la traction électrique sur les lignes servant à réunir San-Francisco aux importantes communes de Oakland, Berkeley, etc., situées de l'autre côté de la baie. Ce réseau s'étend dans un rayon de 12 kilomètres environ, et les différentes lignes aboutissent à Alameda Mole, relié à San-Francisco par un service de ferryboats à travers la baie. On compte sur un trafic qui sera exceptionnellement intense ; il sera assuré par des trains à unités multiples comprenant de 3 à 12 voitures, soit motrices, soit remorquées. Ces voitures contiendront 80 voyageurs. L'on a prévu 80 voitures motrices équipées avec 4 moteurs de 125 H. P. de la General Electric Company. L'on emploiera le courant continu avec fil aérien et suspension caténaire. Quant à la station génératrice, elle se compose de 2 groupes avec alternateurs triphasés de 5 000 kilowatts, 13 200 volts, 25 périodes, fournis par la Westinghouse Machine Company. Les chaudières Parker sont munies de condenseurs Worthington.

### Angleterre.

L'on annonce que l'on va mettre en service des

trains d'essai sur la section du London, Brigton et South Coast Railway qui a été équipée électriquement ; le service régulier sera inauguré l'été prochain. L'installation est à 6000 volts (courant monophasé). Chaque train doit transporter 566 voyageurs et doit être composé de deux motrices et d'une remorque.

PAYS-BAS.

Il est question de l'établissement d'une nouvelle voie de communication par tramway électrique entre Middelbourg et Flessingue.

Des négociations ont lieu pour l'électrification des lignes du « Goosche Stoomtram ». Il s'agit d'un réseau de 39 kilomètres, situé au sud d'Amsterdam non loin de la côté du Zuiderzee.

D'autre part, il serait question de construire un tramway électrique reliant Bergen à Bergen-an-Zee.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

### *Sur la première installation radiotélégraphique française à bord d'un navire de commerce.*

Comme compléments à nos informations précédentes (1) il nous paraît intéressant de publier la note suivante :

Le 10 septembre 1907 à minuit, le paquebot-yacht « Ile-de-France » est parti du port de Marseille pour effectuer la croisière de la Revue Générale des Sciences, emmenant avec lui près de 200 passagers.

Ce navire porte à son bord une station complète de radiotélégraphie que l'Administrateur-Délégué de la Compagnie des Transports Maritimes de Marseille, M. Hubert Giraud, y a fait installer.

L' « Ile-de-France » est le premier navire de commerce ayant à son bord un système de radiotélégraphie qui accepte de communiquer avec tous les postes côtiers appartenant aux Postes et Télégraphes. En effet, les seuls navires de commerce française ayant à leur bord la radiotélégraphie, sont des navires de la Compagnie Transatlantique, mais ils sont munis des appareils Marconi.

La Compagnie Transatlantique, bien que compagnie subventionnée, a accepté les conditions de la Compagnie Marconi qui lui interdit de communiquer avec d'autres appareils que les siens. Cette interdiction, qui a fait l'objet de nombreuses controverses, va être obligatoirement levée au 1er juillet 1908, date fixée par la dernière convention radiotélégraphique de Berlin.

L'installation de l' « Ile-de-France » présentait donc, au point de vue national français, le plus grand intérêt. Elle a du reste pleinement donné satisfaction. La station de Porquerolles, appartenant aux Postes et Télégraphes, a reçu, dans la nuit du 10 au 11, de l' « Ile-de-France », de nombreux radiotélégrammes payants.

Nous ajouterons que, pendant les essais qui ont été faits à la date du 10, le paquebot étant au fond de la rade de Marseille, au quai des Anglais et presque entouré de hautes collines, il a été reçu, des dépêches à bord provenant du poste de la Tour Eiffel, le poste puissant de la télégraphie militaire. D'autre part, des dépêches ont été échangées avec le poste de la marine française situé à Agde (200 kilomètres de Marseille) avec la plus grande facilité.

La longueur d'onde du poste de l' « Ile-de-France » est la longueur d'onde normale de 300 mètres, fixée par la convention radiotélégraphique de Berlin pour les bâtiments de commerce.

(1) Voir l'*Éclairage Electrique* des 21 et 28 septembre, pages *182* et *201*.

Le système employé est celui de M. Rochefort: L'émission par courant alternatif, système indirect; les réceptions écrites avec cohéreur Rochefort ou faites au son sur détecteur électrolytique Ferrié.

Émission et Réception sont brevetées par M. Rochefort.

Les deux principaux brevets sont: le « Résonnateur bipolaire » pour l'Émission et la Réception et la « Réception à trois prises » pour les deux réceptions.

Depuis dix ans, M. Rochefort a fourni de ses appareils à la marine française, tous nos navires de guerre en sont munis. Il a fourni le ministère de la Guerre, celui des Postes et Télégraphes, des Colonies, il a fait des installations à l'étranger (en Angleterre, aux États-Unis, en Espagne, etc.).

Nous ne saurions trop féliciter la Compagnie des Transports maritimes de son initiative et l'inventeur constructeur français des excellents résultats qu'il a obtenus. Dans l'état actuel de la navigation, ces postes de radiotélégraphie vont se multiplier et n'attendent pour cela que la terminaison des installations de postes à terre projetées ou en cours d'exécution par les Postes et Télégraphes français, en France et aux colonies.

* * *

D'après l'*Electrical World*, le Gouvernement Américain a décidé de munir tous les navires de guerre du Pacifique d'appareils pour la téléphonie sans fil, ces appareils ayant été garantis comme fonctionnant par tous les temps jusqu'à une distance de 8 kilomètres.

## ÉCLAIRAGE

Un inventeur allemand vient d'imaginer le dispositif suivant pour combiner les propriétés des lampes à incandescence ordinaires et des lampes à mercure. L'ampoule en verre des lampes ordinaires est remplacée par un tube en U, dont les deux branches sont scellées au plâtre de Paris à la douille de forme ordinaire; le filament en carbone est constitué par une boucle présentant la même courbure et se trouve ancré au coude du tube, de manière à ce qu'il coïncide parfaitement avec l'axe de ce tube. En outre une goutte de mercure se trouve renfermée dans le tube; lorsque le filament est incandescent, ce mercure se trouve vaporisé, et on réalise ainsi une combinaison de la lampe à incandescence et de la lampe ordinaire à mercure. Il serait intéressant de connaître les résultats pratiques obtenus avec ce dispositif original.

## BREVETS (1).

378 739, du 12 juin 1907. — Jahr. — Récepteur pour télégraphie sans fil.

378 564, du 10 mai 1907. — Société Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke. — Moteur à répulsion.

378 593, du 7 juin 1907. — Savreux. — Combinaison d'accumulateurs.

378 623, du 8 juin 1907. — Pifre. — Commande et réglage pour moteur à courant alternatif.

378 565, du 10 mai 1907. — Pringle. — Perfectionnements à la suspension des fils pour la traction électrique.

378 608, du 16 août 1906. — Desgeorge. — Appareil électrique pour le chauffage ou l'allumage.

378 641, du 8 juin 1907. — Canello. — Machine à calciner les filaments.

378 796, du 22 février 1907. — Cerebotani. — Télégraphe imprimeur.

378 797, du 26 février 1907. — Société The Brown Hoisting Machinery C°. — Support de couronne ou d'antenne pour mâts.

(1) Listes communiquées par M. Josse, ingénieur-conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

378 798, du 26 février 1907. — STONE. — Perfectionnements à la télégraphie sans fil.

378 805, du 4 avril 1907. — DUCHATEL. — Téléphone encaisseur 'automatique, horloge de contrôle et signal.

378 866, du 14 juin 1907. — NIGRON. — Perfectionnements dans les récepteurs télégraphiques imprimeurs.

378 756, du 13 juin 1907. — HALLOCK. — Génératrice électrique.

378 809, du 12 avril 1907. — MERSHON. — Machine à courants alternatifs.

378 831, du 21 mai 1907. — HEYLAND. — Système de démarrage et de réglage

378 905, du 17 juin 1907. — ROSSIGNOL et BRISSET. — Magnéto.

378 921, du 17 juin 1907. — PIFRE. — Dispositif de sûreté empêchant le renversement du sens de rotation des moteurs.

378 806, du 5 avril 1907. — LÉONARD. — Système de contrôle pour moteurs.

378 842, du 28 mai 1907. — GIFFORD et DIXON. — Parafoudre pour circuits.

378 828, du 22 août 1906. — LACROIX. — Four électrique.

378 922, du 17 juin 1907. — CUMBERLAND. — Dispositif pour empêcher la corrosion.

378 955, du 18 juin 1907. — SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES BREVETS DOLTER. — Four électrique.

378 848, du 6 juin 1907. — SOCIÉTÉ GEB. SIEMENS et Cie. — Electrodes pour projecteurs.

378 903, du 15 juin 1907. — THE WESTINGHOUSE METAL FILAMENT LAMP Cy. — Supports pour filaments métalliques.

378 917, du 17 juin 1907. — SOCIÉTÉ BERGMANN-ELEKTRICITATS Werke A. — Filaments.

378 962, du 18 juin 1907. — DAMOISEAU. — Lampe à arc.

379 147, du 22 juin 1907. — SOCIÉTÉ GES. FUR DRAHTLOSE TELEGRAPHIE m. b. H. — Dispositif pour produire et rendre perceptibles des oscillations.

379 182, du 24 juin 1907. — SOCIÉTÉ C. M. THOMSON. — Commutateur automatique.

379 263, du 27 juin 1907. — SOCIÉTÉ SIEMENS et HALSKE A. G. — Indicateur des dérangements de ligne.

379 290, du 28 juin 1907. — WATKINS, GOODSELL et Mc. DOWELL. — Sélecteur pour téléphones.

379 062, du 6 mai 1907. — FAYARD. — Générateur d'électricité aérien.

379 100. — ATELIERS THOMSON-HOUSTON. — Commande de moteurs électriques.

379 180, du 24 juin 1907. — LITTLE. — Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs.

379 232, du 25 juin 1907. — LEITNER. — Perfectionnements aux accumulateurs.

379 261, du 26 juin 1907. — LEITNER. — Perfectionnements aux bacs d'accumulateurs.

379 280, du 27 juin 1907. — LEITNER. — Diaphragmes séparateurs ligneux pour accumulateurs.

379 069, du 15 mai 1907. — SIEMENS et HALSKE A. G. — Masses plastiques de composés de tungstène (wolfram).

379 134, du 24 juin 1907. — THE WESTINGHOUSE METAL FILAMENT LAMP Cy. — Perfectionnements dans les lampes électriques.

379 262, du 26 juin 1907. — SOCIÉTÉ DEUTSCHE GASGLUHLICHT A. G. — Mode de fixation des filaments de wolfram.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de métal de l'Amérique du Nord se sont élevés pendant le mois de septembre à 14 102 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 1 316 T., ceux d'autres pays à 5 426 T., les affrètements du Chili à 1 500 T. et ceux d'Australie à 3 600 T. Durant ce même mois les approvisionnements ont été de 25 944 tonnes et les livraisons de 28026 T. Les approvisionnements visibles ont donc diminué de 604 T. depuis le 16 septembre et de 2 082 T. depuis le 31 août. Pas d'expéditions de cuivre Standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique.

Voici la statistique comparative publiée par MM. Merton et Cie.

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 30 sept. | 1907 16 sept. | 1907 31 août. | 30 sept. 1906 | 30 sept. 1905 |
|---|---|---|---|---|---|
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots . . . . . . . T. | 932 | 592 | 439 | 619 | 2 398 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais . . . . . . . . | 1 500 | 1 775 | 1 930 | 3 440 | 3 325 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard . . . . . . . . . | 403 | 129 | 104 | 123 | 50 |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham . . . . . . . . . | 1 031 | 1 055 | 1 137 | 1 211 | 514 |
| T. | 3 866 | 3 551 | 3 610 | 5 393 | 6 287 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin) . . . . . . | 1 562 | 1 466 | 2 367 | 358 | 181 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin . . . . . . | 1 710 | 1 825 | 1 843 | 1 907 | 1 833 |
| T. | 7 138 | 6 842 | 7 820 | 7 658 | 8 304 |
| Avis du Chili . . . . . . . . | 1 000 | 1 950 | 2 200 | 1 325 | 4 000 |
| Avis d'Australie. . . . . . . . | 4 000 | 3 950 | 4 200 | 3 500 | 4 000 |
| Totaux . . . . . T. | 12 138 | 12 742 | 14 220 | 12 483 | 16 304 |

Les approvisionnements et les délivraisons ont été :

| | 1907 Approv. | 1907 Déliv. | 1906 Approv. | 1906 Déliv. | 1905 Approv. | 1905 Déliv. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| En septembre. . T. | 25 944 | 28 026 | 26 609 | 26 058 | 28 826 | 30 142 |
| Douze mois finissant le 30 septembre. . | 329 503 | 329 848 | 328 555 | 332 376 | 323 047 | 322 621 |

COURS DES MÉTAUX (Londres).

| | SAMEDI 28 SEPTEMBRE | SAMEDI 5 OCTOBRE |
|---|---|---|
| Antimoine. . . . | 42 à 45 | 42 à 45 |
| Cuivre. . . . . | 65 | 62 7/6 à 62 1/4 |
| Étain. . . . . . | c. 159,15 f. 161,10 | c. 158 f. 154,10 |
| Plomb . . . . . | 21 | 21 |
| Zinc. . . . . . | 21 | 21 2/6 à 21 7/6 |

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

### FRANCE.

*Compagnie Parisienne de distribution d'électricité.* — Constituée le 31 juillet 1907. — Capital : 50 millions. — Siège social : 11, avenue Trudaine. Paris.

*Société Pyrénéenne d'énergie électrique.* — Constituée le 11 juillet 1907. — Capital : 6500000 francs. — Siège social : 18, rue Lafayette. Paris.

*Société d'exploitations électriques, gazières et hydrauliques.* — Durée : 99 ans. — Capital : 100 000 francs. — Siège social : 27, rue Mogador. Paris.

*Société Électrique d'Ambrières.* — Constituée le 17 juillet 1907. — Capital : 48 000 francs. — Siège social : Ambrières (Mayenne).

*Compagnie du chemin de fer de Clermont-Ferrand au sommet du Puy-de-Dôme.* — Constituée le 13 août 1907. — Capital : 1 000 000 de francs. — Siège social : 19, rue Auber, Paris.

*Société minière de Montbelleux.* — Constituée le 19 août 1907. — Capital : 2 700 000 francs. — Siège social : 18, rue de l'Arcade, Paris.

*Société du Boro-Carbone.* — Constituée le 12 août 1907. — Capital : 1 000 000 de francs. — Siège social : 11, rue Barbette, Paris.

*Société de la Calamine.* — (Exploitation de mines métalliques en France et à l'Étranger.) — Constituée le 10 septembre 1907. — Capital : 800 000 francs. — Siège social : 3, place de l'Hôtel-de-Ville, Saint-Étienne (Loire).

*Compagnie Watt.* — Appareillage pour lumière et force. — Une nouvelle société vient de se fonder à Marseille sous cette raison sociale avec, comme objectif, la construction d'appareils électriques pour lumière et transport de force, et les installations de ces appareils. Le Conseil d'administration se compose de MM. P.-E. Huber, D. Schindler et E. Bitterle, directeur des ateliers d'Oerlikon (Zürich). La direction a été confiée à M. L. Flesch, ingénieur.

### Belgique.

*Société anonyme La Nervienne.* — Forges, fonderies et constructions mécaniques. — Constituée le 6 septembre 1907. — Capital : 800 000 francs, en 1 600 actions de 500 francs. — Siège social : Marcinelle.

### Italie.

Sous la raison sociale *Societa generale italiana accumulatory elettrici, de Milan*, la *Fabrique d'Accumulateurs électriques de Genève*, la *Societa italiana per Accumulatori elettrici di Milan* (en liquidation), et l'*Accumulatoren-Fabrik Actien Gesellschaft, de Berlin*, viennent de se fondre en une société anonyme au capital de 1 500 000 francs.

Avec le concours de la *Società Ezercizio Bacini*, il vient d'être créé à Genève une société anonyme au capital de 2 000 000 francs pour la construction des turbines à vapeur et des machines électriques. La raison sociale est *Ateliers électromécaniques*.

L'on signale la constitution à Milan d'une nouvelle société *E. Bertelli E. C.*, pour la fabrication des fils et câbles, au capital de 500 000 francs, pouvant être porté jusqu'à 1 500 000 francs sur simple décision du gérant.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

Les *Hauts Fourneaux et Aciéries de Rumelange-Saint-Ingbert* ont acheté, à Serrouville, la part de la Société Cockerill, environ 60 hectares, dans les minières d'Ottange (Lorraine allemande). Cette dernière est la part que la Société Cockerill avait achetée précédemment avec la Deutsch-Luxemburgische Bergwerks und Hüttengesellschaft au comte von Hunolstein ; la Société Cockerill avait un quart du champ minier et la Deutsch-Luxemburgische trois quarts. Cette concession touche aux hauts fourneaux d'Ottange, qui appartiennent à Rumelange. Les mines d'Ottange, qui se trouvent en pleine exploitation, sont reliées par un chemin de fer aérien de 11 kilomètres aux usines de la Deutsch-Luxemburgische, à Differdange. La Société Cockerill, par contre, s'est assuré du minerai en France de commun accord avec Ougrée.

Nous pouvons confirmer l'achat par Rumelange de cette part de minière. Cette opération est tout à fait distincte de l'achat précédent d'un complexe de 700 hectares de concession minière dans la Lorraine française.

La *Société de Sarrebruck* a acheté la concession de minettes Bellevue, d'une étendue de 589 hectares, située dans la Lorraine française. Cette concession avait été accordée primitivement par l'État aux Usines de la Chiers près Longwy, laquelle société est entrée il y a quelque temps dans le groupe Ougrée-Marihaye.

*Aciéries de Micheville.* — Comme nous l'avons annoncé dans notre dernier numéro, les actionnaires doivent tenir leur assemblée le 21 octobre ; ils auront à se prononcer sur une augmentation du capital de 14 à 16 millions et sur un projet de création d'obligations jusqu'à concurrence de 10 millions. Avec ces disponibilités la société pourra effectuer le programme, arrêté depuis longtemps, des travaux suivants : construction d'un sixième haut fourneau, reconstruction et agrandissement des fourneaux 1 et 2 et installation de machines soufflantes à gaz, modification et extension de l'aciérie et des gros trains, épuration complète des gaz de hauts fourneaux, complément des moteurs à gaz, achèvement des travaux de mise en exploitation de la mine de Landres et des fours à chaux de Thierville.

*Aciéries de la Marine.* — La production d'acier en août a été de 24 300 tonnes et atteindra 29 000 tonnes après la mise à feu du sixième haut fourneau à Homécourt.

*Forges et Aciéries du Nord et de l'Est.* — Le dividende proposé pour 1906-1907 est fixé à 85 francs par action, contre 80 francs pour l'exercice précédent.

*Tréfileries du Havre (anciens établissements Lazare Weiller).* — Les bénéfices de l'exercice 1906-1907 s'élèvent à 2 200 000 francs en chiffres ronds, contre 1 700 000 francs en 1905-1906. Le dividende à proposer à la prochaine assemblée générale est fixé à 9 francs par action, contre 8 francs l'année dernière.

*Mines de Béthune (Bully-Grenay).* — Le conseil d'administration a fixé à 170 francs par part et 3 fr. 40 par cinquantième le dividende afférent à l'exercice 1906-1907, soit une modeste plus-value de 10 francs sur le précédent. Cette annonce a produit plutôt une légère déception, car, bien qu'une forte élévation ne fût pas à prévoir, certains espéraient, non sans raison d'ailleurs, que la différence aurait été plus sensible. Il y a lieu de tenir compte, en effet, que l'augmentation de bénéfices obtenue pour ce dernier exercice a été beaucoup plus considérable que les 170 000 francs nécessaires au paiement de ladite augmentation ; des prix plus rémunérateurs dans la vente des combustibles et une notable plus-value de production auront certainement contribué à accroître le chiffre des profits. Nous croyons donc que cette année encore le chapitre des amortissements et réserves aura eu sa large part. Il faut tenir compte, en outre, que la Compagnie de Béthune s'est fortement intéressée dans le nouveau bassin houiller de la Campine; peut-être le conseil prévoit-il que cette affaire nécessitera des dépenses considérables qu'il voudra amortir dans le plus bref délai possible.

*Mines de Drocourt à Lille.* — Il ne sera alloué aux actionnaires pour 1906-1907 qu'un coupon de 120 francs, en légère augmentation de 20 francs sur le précédent. Cette répartition, nécessitant une somme de 120 000 francs, n'absorbera même pas le quart des bénéfices, lesquels se sont élevés à 1 810 000 francs. Mais la Compagnie de Drocourt effectue en ce moment de très grands travaux, notamment la construction d'un nouveau siège d'exploitation, et il est certain que pendant quelques années encore la plus forte part des profits passera en amortissements.

*Mines de Ferfay.* — Nous croyons savoir que le dividende proposé à la prochaine assemblée générale sera de 25 à 30 francs.

*Société d'Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen.* — Le versement du deuxième quart, soit 125 francs par titre, étant appelé sur les actions nouvelles, lesdites actions (nos 32 001 à 64 000) ne se négocient plus, depuis le 21 septembre, qu'en titres libérés de 250 francs.

*Compagnie industrielle du platine.* — Cette société, dont le rendement atteint les quatre cinquièmes de la production mondiale, vient, dit-on, de signer un cartel avec la seule maison anglaise qui pouvait lui faire concurrence.

*Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.*

Depuis qu'ils sont exploités par le groupe de la Parisienne, les Ateliers de Constructions électriques ont été agrandis de façon à tripler leur puissance de production et complétés, ainsi que nous l'avons dit, par une puissante centrale électrique et par des ateliers de fabrication des câbles électriques (*Éclairage Électrique*, t. LII, 28 septembre 1907, p. *199*).

De même que l'usine électrique trouve dans les ateliers un consommateur naturel d'une grande partie de son courant, de même les ateliers de constructions électriques trouvent dans les sociétés apparentées des clients naturels et importants. La clientèle étrangère ne leur manque pas. La France, en effet, commence à apprécier et à construire les centrales électriques, déjà si nombreuses en Allemagne et en Belgique ; dans le Sud et dans l'Est elle dispose de grandes réserves de forces hydrau-

liques qui faciliteront le mouvement au profit de la vente des câbles et des moteurs électriques ; dans les autres régions, elle a une industrie variée, puissante et riche, où rien ne s'opposera aux transformations électriques ; à Paris, la récente entente entre la ville et les secteurs et l'abaissement du prix du courant ne manqueront pas de développer les emplois de l'électricité pour l'éclairage et pour la force motrice. Après l'électrification des tramways on ne tardera pas à songer aux chemins de fer, et déjà ceux de la banlieue de Paris étudient la question. Tout cela explique les développements qu'ont pris depuis 1905 les ateliers de Jeumont.

D'autre part, ils viennent de recevoir une commande de 50 locomotives électriques destinées à la traction des bateaux dans le Nord.

*Chemin de fer électrique de Montreux-Oberland bernois.* — Cette société émet au pair un emprunt de 1 400 000 francs en obligations 4 1/2 %.

*Compagnie française de tramways et d'éclairage électriques de Shanghaï.* — L'assemblée générale du 21 septembre a voté une augmentation du capital de 3 millions à 4 200 000 francs qui sera réalisée par l'émission de 4 800 actions nouvelles de 250 francs.

*Société Neuhausen (aluminium).* — L'assemblée des actionnaires est convoquée le 28 courant pour ratifier le bilan et la distribution d'un dividende de 10 % aux actions. Le capital va être augmenté et les actions nouvelles seront émises un peu au-dessus du pair. Cet apport nouveau doit servir au remboursement de 500 000 francs d'obligations 4 %.

*Dyle et Bacalan.* — Cette société vient de recevoir commande de 239 wagons de 25 tonnes et de quelques autres wagons pour la compagnie du Bône-Guelma.

« *Turbinia* » (Deutsche Parsons Marine Akt. Gesells. Berlin). — Cette Société qui est une filiale allemande de la Compagnie Brown Boveri, de Baden (Suisse), destinée à la construction spéciale des turbines à vapeur pour la marine allemande, a clôturé son exercice 1906-1907 avec un bénéfice de 204 754 marks. (L'exercice antérieur s'est terminé avec une perte de 239 000 francs.) L'ordre de la marine pour le torpilleur E 137 a été exécuté et les machines acceptées. Au lieu des 33,9 milles marins garantis comme maximum, le bateau a fait en moyenne 33 milles. La consommation de charbon a été très réduite. Plusieurs licences ont été concédées. D'autre part, un certain nombre de procès sont engagés pour contrefaçon de brevets, mais aucun d'eux n'a été jusqu'à présent solutionné. Les frais généraux ont augmenté considérablement. Contre 1 141 883 francs d'engagements, on a par effets 256 800 francs, en banque et débiteurs 772 314. Les ordres en turbines en cours d'exécution atteignent 753 154 marks. Le compte de licences a 70 000 marks.

*Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique de Genève.* — Le bilan pour l'exercice 1906-1907 accuse une perte de 349 691 francs.

*Chemin de fer des Alpes bernoises.* — La Confédération ayant accordé une subvention de 6 millions de francs pour le tunnel du Lötschberg, le conseil d'Administration a décidé de parfaire la différence de 11 millions par l'émission de 3 millions de francs d'actions privilégiées et de 8 millions d'obligations de première hypothèque, immédiatement prises ferme par la banque parisienne Loste et Cie.

*Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Pompey.* — Le bénéfice de l'exercice 1006-1907 s'est élevé à 2 740 000 francs, contre 1 112 000 francs pour l'exercice précédent, pour lequel un dividende de fr. 12-50 par action a été réparti.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi.* — Bulletin mensuel n° 8. — Des pompes centrifuges système Rateau à basse pression.

*Ateliers de Constructions Electriques du Nord et de l'Est. Jeumont.* — Moteurs monophasés. — Moteurs

triphasés. — Dynamos et Moteurs. — Controllers et Résistances. — Bulletins nos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

*Felton et Guilleaume Lahmeyerwerke A. G. Francfort-sur-Mein.* — Nouveaux moteurs monophasés à collecteur à grand couple de démarrage. — Moteurs asynchrones triphasés. — Turbo-alternateurs à courant triphasé. — Appareils automatiques de démarrage.

*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin.* — Elektrisches heizen und Kochen.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 17 octobre, à la mairie de *Bourges* (Cher), fourniture au service de l'artillerie d'interrupteurs divers, câbles et fils divers, en 2 lots.

Le 22 octobre, 2 h. 1/2, à la Mairie de *Toulouse*.— Service des poudres et salpêtres. — Fourniture de 2400 kilogrammes d'étain pur en tubes, en 2 lots.

Le cahier des charges est déposé à la poudrerie nationale de Toulouse.

### Italie.

Le 21 octobre, à 11 heures, au ministère de la marine, *à Rome,* et à la direction générale des arsenaux de *Spezia* et *Naples,* fourniture d'objets en bronze et en laiton ouvrés, en 3 lots, 80000, 80000 et 50000 lires.

### Espagne.

Jusqu'au 15 octobre, la direction générale des postes et des télégraphes, *à Madrid,* 10, Carretas, recevra les offres pour l'exploitation pendant dix ans du réseau téléphonique urbain de *Séville,* moyennant une redevance de 10 % au profit de l'État; caut. : 20000 pesetas.

Jusqu'au 17 octobre, à la direction générale des postes et des télégraphes, *à Madrid,* soumissions pour l'exploitation pendant dix ans du réseau téléphonique *d'Alicante,* moyennant une redevance de 10 % à l'État; caut.: 10000 pesetas.

Le 18 octobre, à la direction générale des postes et télégraphes, *à Madrid,* adjudication de l'exploitation pendant dix ans du réseau téléphonique urbain de *Valladolid,* moyennant redevance de 10 % à l'État; caut. : 10000 pesetas.

Le 29 octobre, à 11 heures, à la maison consistoriale (mairie) de *Pontevedra,* adjudication pour 20 ans de l'éclairage de la ville par l'électricité.

Le 30 octobre, à 11 heures, à la mairie de *Toro,* adjudication pour 10 ans de l'éclairage de la ville par l'électricité.

### République Argentine.

La municipalité de *Buenos-Ayres* met en adjudication les travaux d'établissement et la concession d'une ligne souterraine de tramways électriques dans la capitale. Pour les documents relatifs à cette entreprise s'adresser à la Légation de la République Argentine.

### Indes Anglaises.

Le 2 janvier 1908, Municipalité de *Calcutta,* adjudication de l'éclairage public. Pour tous renseignements, écrire à P. N. Mookergee, secrétaire du service municipal.

### Nouvelle-Zélande.

Le 31 décembre, Municipalité de *Napier,* installation d'un réseau de traction et de distribution d'énergie électrique. Écrire à M. N. Bower, greffier.

### Afrique du Sud.

D'après la *British and South African Export Gazette,* l'on vient de mettre en adjudication à *Johannesburg* la fourniture de machines électriques pour une somme de 425000 francs. L'usine doit comprendre soit un groupe de 1000 kilowatts, soit deux de 500 kilowatts, avec machines à vapeur ordinaires ou turbines à vapeur.

Tome LIII. Samedi 19 Octobre 1907. 14e Année. — N° 42.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

### *XX<sup>e</sup> assemblée générale de l'Union suisse des électriciens à Lucerne.*

Le 28 septembre dernier, les électriciens suisses et les représentants des usines centrales de distribution électrique ont tenu à Lucerne leur 20e assemblée générale. 400 membres étaient présents.

Les délégués des centrales se sont réunis en séance privée pour discuter certaines questions spéciales relatives à leurs caisses d'assurances, à l'achat des lampes à incandescence, et à la situation que pourra leur créer la nouvelle législation fédérale sur les forces hydrauliques.

En assemblée générale, deux communications techniques ont été faites sur les installations de l'usine toute récente de la ville de Lucerne. Cette usine utilise l'eau de l'Aa en aval d'Engelberg, à Obermat. Nous en donnerons prochainement une description. Diverses questions d'organisation ont été ensuite examinées. On sait que l'association a nommé des commissions spéciales, qui sont chargées d'exécuter des travaux précis ou des études d'une utilité générale ou particulière. Il y a notamment des commissions d'études : pour l'unification des mesures et unités, pour les prescriptions relatives aux installations, pour les conditions du retour par la terre, pour la législation des chutes d'eau, etc.

L'association a établi des installations de contrôle et d'étalonnage dont peuvent profiter tous ses membres. Ce laboratoire d'essai reçoit des subventions fédérales et cette année les recettes des essais exécutés pour les abonnés s'élèveront à plus de 70 000 francs.

L'association a fait établir une carte des usines de distribution d'électricité avec indication du genre de force motrice, puissance, courant, tension, etc. Il existe également une carte en 22 planches indiquant d'une façon beaucoup plus précise toutes les lignes de distribution et de transport d'énergie (1).

Nous avons donné dans un précédent numéro (2) le résumé des travaux de la commission chargée de l'étude des parafoudres.

Le rapporteur de la commission qui étudie les conditions de retour du courant par la terre a exposé les résultats d'essais faits dans le canton de Vaud. Ces essais exécutés la nuit n'ont pu être que de courte durée et il serait désirable, pour en fixer plus complètement les résultats, de les reprendre en leur donnant une durée beaucoup plus longue.

Un des membres de l'Association, M. le Pr Wyssling du Polytechnicum de Zürich, est membre de la Commission fédérale pour l'étude de l'électrification des chemins de fer suisses. Il a donné à l'assemblée un résumé succinct des travaux de cette commission divisée, on le sait, en sous-commissions chargées chacune de l'étude d'une question spéciale,

(1) La première de ces cartes est au 1/500 000 et la seconde en 22 planches au 1/100 000 ; on peut se les procurer au secrétariat de l'Association, Hardturmstr., 20, à Zurich (prix : 4 francs la planche).

(2) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 5 octobre 1907, p. 8.

choix d'un système, forces nécessaires, frais de transformation, budgets, etc. (¹).

Il semble que les travaux aient été un peu ralentis par le manque d'entente des constructeurs sur le système de distribution. La commission a fixé son choix sur le système monophasé. Il est probable que, dans le milieu de l'année prochaine, les commissions diverses auront terminé leur travaux.

*(A suivre.)*

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

### *Nouvelle usine d'électricité de Bâle (Ville).*

Le grand Conseil du canton de Bâle (Ville) vient de voter dans une séance extraordinaire du 12 septembre un crédit spécial de 9 600 000 francs pour la construction d'une usine hydro-électrique sur le Rhin à Augst, en aval de Rheinfelden.

L'installation comportera en réalité deux usines de 25 000 H. P. moyens chacune, l'une devant appartenir à l'usine existante de Rheinfelden, l'autre destinée à alimenter Bâle. Chacune de ces installations comprendra 10 turbines doubles de 16 860-21 200 H. P. La chute varie entre $8^m,26$ (basses eaux) et $4^m,45$ (hautes eaux). L'énergie sera distribuée à Bâle, mais une partie est réservée au canton d'Argovie. L'usine doit être mise en service au commencement de 1912.

* * *

La compagnie Edison de Milan vient de traiter avec les municipalités de Rome, Gênes, Naples et Milan pour la fourniture de l'énergie à haute tension. Dans quelques jours on commencera l'installation à Milan.

* * *

MM. Gall, de Paris, et Boucher, ingénieur à Lausanne, ont acquis au nom de la Société d'électrochimie la concession d'une chute sur la Drance, audessus du confluent de la Drance de Liddes et de la Drance de Ferrex.

* * *

Le canton d'Argovie, où les chutes sont concédées à l'industrie privée, constate dans un récent rapport que 566 usines hydrauliques sont en activité sur son territoire. Les taxes dont sont frappées les concessions rapportent à l'État 206 500 francs pour les 34 489 H. P.

* * *

Un nouveau déchargeur pour lignes électriques vient d'être lancé par MM. Campbell frères, de Traverse City (U. S. A.); il consiste simplement en une rangée d'éclateurs mis en série avec des résistances formées par des crayons de graphite. Ces résistances sont reliées à la ligne à protéger par une barre collectrice, et les autres pôles des éclateurs réliés à la terre au moyen d'une seconde barre. Les résistances en graphites laissent passer les décharges statiques, mais sont trop élevées pour permettre à un arc de s'établir. D'après les constructeurs, un tel déchargeur peut être réglé pour agir à une tension supérieure seulement de quelques pour cent à la tension normale.

(¹) Cf. Pr Wyssling. Kraftbedarf für den elektrischen Betrieb der Bahnen in der Schweiz. — Rascher et Meyer éditeurs à Zürich.

## TRACTION

### *Électrification du chemin de fer du Gothard.*

A la fin du mois d'août a eu lieu à Berne une conférence entre des délégués du Conseil fédéral suisse, des chemins de fer fédéraux, du chemin de fer du Gothard et du canton d'Uri pour établir un projet de convention réservant au Gothard les forces hydrauliques nécessaires à l'électrification qui ne peut tarder. On a signé déjà une convention semblable avec le canton du Tessin, et en voici les grandes lignes : Payement d'un prix forfaitaire et payement d'une indemnité annuelle. Pour le Tessin, ces deux sommes étaient respectivement de 300 000 francs et 95 000 francs. Les chiffres de la convention avec le canton d'Uri sont 250 000 francs et 72 000 francs. La durée de la concession accordée par le canton d'Uri serait de 50 ans pour une puissance de 20 à 25 000 H. P., dont 7 000 sont réservés pour l'industrie et l'alimentation du réseau de lumière des communes du canton.

La Confédération a une concession de 30 000 H. P. dans le Tessin. Les forces acquises ainsi par la Confédération lui coûteront annuellement de 100 à 200 000 francs. Il est probable que la Confédération attendra pour se prononcer sur le choix du système de traction, tension, etc., que la Commission fédérale qui étudie actuellement la question de l'électrification des chemins de fer suisses [1] ait terminé ses études et remis des conclusions définitives.

***

Un nouveau chemin de fer électrique de montagne à voie étroite va être construit sur le Gras Glockner (Autriche). Les ingénieurs Redlich et Berger de Vienne ont été chargés par le ministère des Chemins de fer d'établir les plans nécessaires.

***

L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft est en concurrence avec d'autres promoteurs pour l'établissement à Berlin de chemins de fer métropolitains électriques, souterrains et aériens. Elle a envoyé, à ce sujet, au préfet de police un projet complet d'un chemin de fer électrique souterrain entre Gesundbrunnen et Rixdorf, dont la construction est évaluée à 125 millions. Le projet comporte un chemin de fer à grande vitesse constitué dans la plus grande partie de sa longueur, par une ligne souterraine à peu de profondeur, et une ligne aérienne pour le reste du parcours. Il est important de noter que le projet comporte essentiellement l'emploi du sous-sol des mêmes rues qui seront traversées par le chemin de fer aérien déjà projeté de Gesundbrunnen à Rixdorf. La ligne commencerait à la station de Gesundbrunnen, serait souterraine dans les rues Brunnen et Invaliden, traverserait en souterrain la Sprée aux environs du pont Jannowitz, et de là, se dirigerait en traversant le Sud-Est de Berlin à la place Hermann, à Rixdorf, tandis que la ligne aérienne serait prolongée jusqu'à la rue Hermann. Il a été calculé que la ligne souterraine coûterait, dans l'évaluation des 125 millions prévus, trois fois plus que la ligne aérienne. La Compagnie des Chemins de fer électriques aériens et souterrains a informé la Commission municipale qu'elle se propose de lui soumettre un projet de construction d'un réseau urbain de tramways pour Berlin.

***

Le gouvernement japonais a décidé d'améliorer et d'étendre considérablement ses lignes de chemins de fer ; l'évaluation des dépenses est d'environ 375 millions. Cette somme sera employée à l'établissement de 1 328 kilomètres de doubles voies, à l'acquisition de 900 locomotives, 19 000 wagons de marchandises, 1 000 voitures pour voyageurs, à la construction de 30 stations et à l'achat de 5 nouveaux steamers. Les travaux seront terminés pour l'ouverture de l'Exposition en 1912.

***

### *La traction dans le tunnel du Simplon.*

L'on vient de rétablir momentanément la traction par locomotives à vapeur avec appareils fumivores, l'emploi des locomotives électriques triphasées prêtées par le chemin de fer de la Valteline ayant donné lieu à des difficultés. Par suite de leur gabarit excessif, elles se comportent comme de véritables pistons refoulant l'air devant elles, et absorbent ainsi une énergie considérable.

De plus, à cause des condensations provenant des différences de température à l'extérieur et à l'intérieur du tunnel, les isolants se pourrissent, et plusieurs moteurs ont été ainsi mis hors service. Des modifications vont être apportées à l'isolement de ces moteurs, afin de satisfaire aux conditions spéciales de l'exploitation.

***

France.

*Ariège.* — Est déclaré d'utilité publique, l'établissement d'un réseau de tramways à traction mécanique, destiné au transport des voyageurs et des marchandises et comprenant les lignes suivantes : 1° De Saint-Girons à Castillon ; 2° De Castillon à Sentein ; 3° D'Oust à Aubes.

(1) Cf. Pr Wyssling (Schweizerische Bauzeitung, 1906).

*Alpes-Maritimes.* — A l'étude : Projet d'établissement d'une ligne de tramway de Lucérans à Peira-Cava.

*Basses-Pyrénées et Landes.* — La Commission interdépartementale, nommée par les Conseils généraux des deux départements, à l'effet de donner son avis, après étude, au sujet de la construction d'une ligne de tramway de Dax à Bayonne (par Pouillon et Peyrehorade), a émis à l'unanimité un avis favorable.

La ligne projetée aura une longueur de 69 kilomètres dont 64 sur le territoire des Landes et 5 sur le territoire des Basses-Pyrénées.

*Charente-Inférieure.* — Le Conseil général a émis le vœu que la plus grande hâte soit apportée à la construction du réseau de tramways destiné à desservir les communes de Tonnay-Boutonne, Archingeay, Les Nouillers, Bignay, Voissay et Ternant.

*Dordogne.* — Le Conseil général a émis un vœu tendant à ce qu'une ligne de tramway soit établie le plus tôt possible.

Cette ligne relierait Montignac à la Gélie, en passant par Thonoc, Sergeac, Saint-Léon, Le Moustier, Plazac et Rouffignac.

*Eure-et-Loir.* — Enquête d'utilité publique relative à la construction d'une ligne de tramway de Mortagne à La Loupe.

*Finistère.* — Une enquête est ouverte sur le projet de prolongement de la ligne des tramways du Conquet, du Bourg de Saint-Pierre à la porte du Conquet.

*Gironde.* — Le Conseil général a nommé une commission chargée d'étudier un projet de tramway d'Aire à Cazaubon.

*Indre-et-Loire.* — Une proposition a été soumise au Conseil général, tendant à charger une commission spéciale d'examiner dans leur ensemble les divers projets de construction de tramways et de chemins de fer dont les lignes se répartissent comme suit :

1° Tramway de Chinon à Montsoreau.
2° — de Broin-la-Chaussée à Saint-Patrice.
3° Chemin de fer de Savignac Rillé à Noyant.
4° Tramway de Sainte-Maure (gare) à Sainte-Maure (ville).
5° Tramway de Tours à Sainte-Radegonde.
6° — de Tours à Pont-Cher.
7° — d'Azay-le-Rideau à Montbazon.
8° — de Chinon à Sainte-Maure, Ligueil.
9° — Embranchement de Crissay à Saché.
10° — de Cléry à Amboise.
11° — de Montrésor à Montrichard.

*Loire-Inférieure.* — Construction prochaine d'une ligne de tramway d'Ancenis à Erbray, avec raccordement au port fluvial d'Ancenis.

*Tarn-et-Garonne.* — Enquête d'utilité publique relative à l'établissement d'un réseau de tramways à traction mécanique (voyageurs et marchandises), comprenant les 6 lignes ci-après :

1° Caussade et Caylus.
2° Montauban à Lafrançaise et à Molières.
3° Montauban à Monclar.
4° Montauban à Montech et à Verdun.
5° Castelsarrasin à Lavit.
6° Valence au Bourg-de-Visa et à Montaigu.

*Var.* — Enquête d'utilité publique sur l'avant-projet en vue de l'établissement d'une ligne de tramways de la gare du Sud-France à la Croix-Faron, divisée en 3 sections :

1° de la gare Sud-France à la place du Théâtre.
2° de la place du Théâtre à Claret.
3° de Claret à la Croix-Faron.

* * *

*Nouveau tarif de transport entre les chemins de fer français et néerlandais.* — La Compagnie du Nord, d'accord avec les Administrations belge et néerlan-

daise, a mis en vigueur, *le 1er octobre 1907*, un nouveau tarif international pour le *transport direct des marchandises à grande et à petite vitesse*, de la France vers les Pays-Bas et *vice versa*.

## ÉCLAIRAGE

### *L'éclairage électrique en Portugal.*

Une concession était accordée en 1906 à un ingénieur italien pour l'éclairage électrique des villes de Benguella, Catumbella et Lobito, province d'Angola (Portugal). Le nombre des lampes pour les trois villes était fixé respectivement à 1 000, 300 et 100 pour la première année, le prix de chaque lampe était de 13 500 reis (69 fr. 35), les municipalités se réservant le droit d'augmenter ou de diminuer le nombre des lampes après cette période. Un syndicat anglais vient de prendre la suite de la concession. La force motrice est fournie par la rivière Catumbella distante de six kilomètres environ de la ville du même nom.

La municipalité de la ville de Loanda, qui est éclairée par des lampes à pétrole, est en pourparlers au sujet de l'émission d'un emprunt à Paris pour couvrir les frais de l'installation de l'éclairage électrique. Elle propose de confier la commande à une maison d'électricité de Paris dans le cas où l'emprunt serait accordé. Le projet actuel d'éclairage de la ville existe depuis 1900, époque à laquelle la compagnie du gaz avait interrompu ses services par suite de la hausse du prix du charbon, et du refus de la municipalité de lui accorder une augmentation des prix stipulés dans le cahier des charges.

## ÉLECTROCHIMIE

### *Les propriétés du cuivre.*

Dans les *Annalen der Elektrotechnik* se trouve analysée une étude publiée par M. H. Sexton, sur les diverses propriétés du cuivre :

Les impuretés contenues dans ce métal influent sur sa conductivité électrique et sur sa résistance mécanique à la rupture. Même les traces d'impuretés que les essais chimiques ne mettent point à jour se laissent révéler par la détermination de la résistance électrique.

L'arsenic se rencontre toujours dans le cuivre du commerce ; il importe que sa quantité ne dépasse point 0,05 % ; il durcit le métal et augmente sa résistance à la rupture. Le cuivre destiné à être converti en laiton ne doit pas renfermer la moindre trace d'arsenic.

L'antimoine exerce sur le cuivre des effets bien

pour le 21 octobre prochain les actionnaires seront appelés à statuer sur une augmentation du capital de 14 à 16 millions de francs et l'émission d'obligations à concurrence de 8 ou 10 millions.

*Société générale des Chemins de fer économiques.* — Extrait du rapport du Conseil d'administration à l'assemblée générale ordinaire du 22 juin 1907.

Les lignes suivantes ont été ouvertes successivement à l'exploitation.

| | |
|---|---|
| Le 23 juillet la section de la ligne de la Guerche à Argent (Cher) comprise entre la Guerche et Vaugues, d'une longueur de. | 48km,235 |
| Le 1er août 1906 la ligne de La Palisse au Mayet-de-Montagne (Allier). . . . . | 220 ,39 |
| Le 4 août suivant la section de la ligne de Carhaix à Châteaulin (réseau breton exploité pour le compte de la Compagnie de l'Ouest) comprise entre Pleyben et Châteaulin-Ville. . . . . . . . . . | 13 ,350 |
| Le 15 septembre 1906 la section de la ligne de Marçais à Saint-Florent (Cher) comprise entre Marçais et Lignières. . . . | 20 ,637 |
| Le 16 novembre 1906 la ligne d'Aumale à Envermeu (exploitée pour le compte du département de la Seine-Inférieure). . . | 51 ,098 |
| Le 6 mai 1907 la seconde section de la ligne de Marçais à Saint-Florent. . . . . | 30 ,809 |
| Enfin le 10 mai 1907 la ligne d'Orange au Buis-les-Baronnies (exploitée pour le compte de la compagnie P.-L.-M.). . . | 49 ,505 |
| Ensemble. . . . . . . . . | 235km,673 |

ce qui porte à 2 088 kilomètres le développement total de l'exploitation à ce jour.



Les recettes effectuées en 1906 sont résumées ci-dessous :

| LIGNES | LONGUEURS KILOMÉTRIQUES | RECETTES TOTALES | RECETTES PAR KILOM. |
|---|---|---|---|
| *Intérêt local :* | | | francs. |
| Gironde. . . . . . . . | 301 | 1 455 494fr,19 | 4 839 |
| Landes. . . . . . . . | 14 | 37 501 42 | 2 344 |
| Tramway de Camarsac.. . . | 16 | 80 973 82 | 5 195 |
| Allier (ancien réseau). . . . | 224 | 1 067 423 56 | 4 765 |
| Allier (lignes nouvelles). . . | 36 | 73 817 33 | 2 050 |
| Somme. . . . . . . . | 311 | 1 632 816 82 | 5 262 |
| Gudmont à Remicourt (Haute-Marne). . . . . . . . | 21 | 104 149 90 | 4 886 |
| Cher (Bourges à Laugère).. . | 55 | 179 776 44 | 3 256 |
| Cher (lignes nouvelles). . . | 27 | 44 654 39 | 1 654 |
| Valmondois à Marine (Seine-et-Oise). . . . . . . | 22 | 112 478 85 | 5 094 |
| Seine-et-Marne. . . . . . | 130 | 329 211 69 | 2 526 |
| Nièvre . . . . . . . . | 198 | 527 965 10 | 2 750 |
| | 1 355 | 5 646 267fr,51 | 4 167 |
| *Intérêt général :* | | | |
| Châteaumeillant à La Guerche et Sancoins à Lapeyrouse. . | 174 | 531 467 51 | 3 052 |
| | 1 529 | 6 177 735fr,02 | |
| *Lignes affermées à la société :* | | | |
| Par la Compagnie de Bussy à Ercheu : Bussy-Ercheu. . . | 13 | 46 531 77 | 3 617 |
| Par la Compagnie du Nord : Noyelles à Saint-Valery. . . | 5 | 48 411 80 | 9 049 |
| Par la Compagnie de l'Ouest : réseau breton. . . . . . | 324 | 1 249 665 24 | 3 780 |
| Par la Société immobilière de Lacanau : Lacanau à l'Océan. | 12 | 31 957 35 | 2 663 |
| Par le département de la Seine-Inférieure : Aumale à Envermeu.. . . . . . . . | 6 | 7 853 68 | 1 219 |
| | 1 889 | | |
| Total général des recettes de l'exercice 1906. . . . . | | 7 562 154fr,86 | |

Ce tableau fait ressortir, pour les lignes d'intérêt local, une recette kilométrique moyenne de 4 167 fr., inférieure de 87 fr. à la moyenne de 1905.

Cette baisse est due exclusivement à l'ouverture à l'exploitation en 1906 des lignes nouvelles de l'Allier et du Cher et de la ligne d'Aumale à Envermeu.

Le produit net des principales lignes d'intérêt local des anciennes concessions, produit qui, pour les départements et l'État, vient en déduction de la garantie d'intérêts, donne, comparé avec l'exercice 1905, les résultats suivants :

| | 1906 | | 1905 | |
|---|---|---|---|---|
| Gironde. . . . . | 284 639fr,36 | | 279 971fr,28 | |
| Allier. . . . . . | 247 413 | 14 | 180 332 | 88 |
| Somme.. . . . . | 518 252 | 60 | 530 820 | 88 |
| Cher. . . . . . | 17 528 | 36 | 12 587 | 96 |
| Nièvre. . . . . . | 13 504 | 90 | 10 210 | 22 |

Les transports ont été de 4 227 242 voyageurs et de 1 832 186 tonnes de marchandises, en augmentation de 355 389 voyageurs et de 142 278 tonnes de marchandises sur les transports de 1905.

| | | |
|---|---|---|
| Le total général des recettes, y compris les lignes nouvelles, s'est élevé en 1906 à. | 7 562 154fr,86 | |
| En 1905 il avait été de. . . . . . . | 7 001 101 | 18 |
| Il y a donc sur l'ensemble de l'exploitation une augmentation de recettes de. | 561 053fr,68 | |

Voici le bilan et les comptes de l'exercice 1906.

Le solde créditeur du compte de profits et pertes est de 1 784 377 fr. 17.

La répartition suivante est proposée :

| | | |
|---|---|---|
| Attribution au personnel classé. . . | 221 291fr | » |
| A la réserve légale. . . . . . . | 77 900 | 62 |
| Intérêts aux actions.. . . . . . | 531 250 | » |
| Au Conseil d'administration. . . . | 94 886 | 19 |
| Au fonds de prévoyance. . . . | 170 795 | 14 |
| Aux parts bénéficiaires.. . . . . | 170 795 | 14 |
| Dividende 2 % aux actions. . . . | 212 500 | » |
| A la réserve extraordinaire. . . . | 300 000 | » |
| A reporter à nouveau. . . . . . | 4 959 | 08 |
| Total égal. . . . . . . . | 1 784 377fr,17 | |

D'après ces propositions, il sera payé à partir du 1er juillet prochain, en tenant compte pour six mois de la libération de 25 fr. par action, un dividende total de 14 fr. 875, sous déduction des impôts, par action libérée de 225 fr., et il sera attribué 40 fr. 997 à la part bénéficiaire, également sous déduction des impôts.

L'ensemble des réserves formera un total de 5 739 117 fr. 92, savoir :

*Réserves ordinaires :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Réserve légale. . . . . . . . | 1 325 629fr,81 | | |
| Fonds de prévoyance. . . . . . | 2 850 543 | 18 | |
| Réserve d'exploitation du réseau breton. | 246 141 | 95 | |
| | 4 422 314fr,94 | | |
| Réserve extraordinaire constituée par les assemblées générales des 13 mai 1886 et 29 juin 1892. . . . . | 446 802 | 98 | |
| *Fonds spéciaux :* | | | |
| Assurances (incendie). . | 350 000fr | | |
| — (accidents du travail. . . . . . | 135 000 | | |
| Fonds de secours. . . . | 185 000 | | |
| Provision pour renouvellement.. . . . . . | 300 000 | | |
| | | 970 000 | » |
| Ensemble. . . . | | 5 839 117fr,92 | |

L'assemblée générale a voté les résolutions suivantes :

*Première résolution.*

L'assemblée générale, après avoir entendu le rapport du commissaire chargé de la vérification des comptes, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice 1906.

*Deuxième résolution.*

L'assemblée générale décide qu'il y a lieu :

1° De prélever sur le compte de profits et pertes, avant toute répartition, une somme de 221 291 francs qui sera attribuée, à titre de participation aux résultats de l'exercice 1906, au personnel classé en fonctions au 22 juin 1907 ;

2° D'inscrire à la réserve extraordinaire créée par l'assemblée générale du 13 mai 1886, par prélèvement sur la part des bénéfices revenant aux actionnaires à titre de dividende, en vertu de l'article 44 des statuts et dans les conditions définies par l'assemblée extraordinaire du 29 juin 1892, une somme de 300 000 francs.

*Troisième résolution.*

L'assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration :

Fixe à 14 fr. 875 le vingt-cinquième coupon, comprenant les intérêts et le dividende attribués à chaque action nominative de 500 fr. libérée de 225 fr. et à 40 fr. 997 le dividende attribué à chaque part bénéficiaire ;

Fixe au 1er juillet 1907 la date de mise en paiement desdits intérêts et dividendes ;

Et décide que le reliquat du solde créditeur du compte de profits et pertes sera reporté à nouveau à l'avoir de ce compte.

*Quatrième résolution.*

L'assemblée générale nomme administrateurs, pour entrer en fonctions à dater du 15 juillet 1907, MM. le baron des Michels et Albert Ellissen.

*Cinquième résolution.*

L'assemblée générale nomme M. Fourcault commissaire chargé de vérifier le bilan et les comptes de l'exercice 1907.

Ces résolutions sont successivement adoptées à l'unanimité.

## ADJUDICATIONS

France.

Le 7 octobre 1907, à 2 h. 1/2, Préfecture des Basses-Pyrénées, à *Pau*, travaux d'exécution du 3e lot du chemin de fer d'Oloron à Bédous. Devis total, 1 460 000 francs. Caut. prov., 23 090 francs; caut. déf., 46 000 francs.

Le 9 octobre, à 3 heures, à *Cherbourg*, fourniture de tôles d'acier de construction (R = 50 kg.), en deux lots, 16 520 francs et 32 760 francs; caut.: 826 francs et 1638 francs.

Le 9 octobre, à 2 h. 1/2, à la direction des forges de l'artillerie, avenue de Saxe, 2, à *Paris*, fourniture de 180 000 kilogrammes de laiton en fils, en 5 lots.

Le 10 octobre, à 2 heures, à Toulon, fourniture: 1° de tuyaux en cuivre rouge sans soudure supérieurs et ordinaires, en 3 lots spéciaux; caut.: 2 670 francs, 320 francs et 1 660 francs; 2° des fils de fer et pointes de fer; caut.: 245 francs à verser après approbation.

Le 5 novembre, à 2 h., à la préfecture de la Somme, à *Amiens*, adjudication de la concession du tramway de Fort-Mahon à Monchaux. Mise à prix: 20 000 fr.; cautionnement: 3 000 francs. Nul ne sera admis à concourir à l'adjudication s'il n'a pas été spécialement agréé par le préfet. Demandes d'admission avant le 15 octobre.

Belgique.

Le 8 octobre, à midi, à l'Hôtel de ville, à *Anvers*, construction de la station de transformation pour les grues et appareils électriques des nouveaux bassins du Nord, 67 000 francs; cautionnement: 4 000 francs; cahier des charges: un franc.

Le 16 octobre, direction des chemins de fer de l'État belge, à *Bruxelles*, adjudications pour la fourniture de 3000 tonnes de rails Vignole en acier de 52 kg. par mètre, 9 600 paires d'éclisses diverses et 2 000 plaques spéciales de raccord, 200 000 plaques d'appui, 1 300 000 crampons, 800 000 boulons d'éclisse et 500 000 rondelles-ressort.

Le 16 octobre, à 11 h., à la Société Nationale des chemins de fer vicinaux, 14, rue de la Science, à *Bruxelles*, construction du chemin de fer vicinal de Libramont à Amberloup, 321 895 fr. 36; cautionnement: 32 000 frannes. Soumissions recommandées le 15 octobre.

Le 17 octobre, à midi, à l'Hôtel de ville, à *Anvers*, installation de la lumière électrique dans la salle des fêtes nouvellement construite sur la place Meir; caut.: 8 000 francs; cahier des charges: 0 fr. 50.

Le 12 novembre, à midi, à l'Hôtel de ville, à *Anvers*, fourniture et montage d'une grue électrique de 30 tonnes au n° 71 des nouveaux bassins du Nord; ionnementcaut: 7 000 francs; cahier des charges: 1 franc; plan: 2 francs.

Prochainement, à la Bourse de *Bruxelles*, fourniture, en 60 lots, de pièces de rechange pour voitures, wagons, etc., pour les chemins de fer de l'État belge.

Allemagne.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Wermelskirchen* (Rheinland), établissement d'installations électriques.

Italie.

Le 12 octobre, à 11 h., au ministère de la marine, à *Rome*, et à la direction des arsenaux de *Tarente*, fourniture de fer homogène en laminé et verges profilées, en 3 lots: 1er lot, L. 76 238,91; cautionnement: 7 625 lires; 2e lot, L. 51 493,15; cautionnement: 5 150 lires; 3e lot, L. 53 706,37; cautionnement: 5 375 lires.

Autriche-Hongrie.

Le 10 octobre, à l'administration communale, à *Temesvar* (Hongrie), fourniture de machines pour l'installation de pompes.

Le 15 octobre, à l'administration communale, à *Mähr-Schönberg*, installation de l'électricité.

Australie.

Le 23 octobre, à M. le Deputy Postmaster general, à *Sydney* (Nouvelle-Galles du Sud), fourniture de 11 tonnes fil de fer galvanisé et 1 600 isolateurs.

Tome LIII. Samedi 12 Octobre 1907. 14e Année. — N° 41.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

### *Éclairage électrique des trains.*

La *General Electric Company* vient de construire un petit turbo-générateur Curtis pour l'éclairage des trains.

Lorsqu'il s'agit de trains faisant un service suburbain, et dans le cas où la locomotive n'est jamais détachée du convoi, ce groupe peut être employé sans batterie d'accumulateurs, ce qui réduit considérablement le coût d'établissement et l'entretien.

Deux types ont été établis, l'un pour être monté directement sur la chaudière de la locomotive, et l'autre pour être placé dans le fourgon à bagages. En montant la turbine sur la locomotive, il est possible de réduire au minimum la tuyauterie, en supprimant tout tuyau flexible. D'autre part, si la disposition de la locomotive ne permet pas de mettre cette turbine dans un abri, l'absence de vibrations en marche permet de la placer dans le fourgon sans craindre d'incommoder les voyageurs.

Les puissances choisies sont de 15, 25 et 35 kilowatts.

Le groupe ne comporte que deux paliers, et l'arbre est d'une seule pièce, sans accouplement. La roue de la turbine est en acier forgé et porte trois rangées d'aubes ; elle est montée à l'extérieur du palier principal. Au sortir de l'enveloppe de la turbine, l'arbre passe dans une garniture métallique spéciale avec dispositif pour rattraper l'usure. Le palier principal et l'arbre sont munis de collerettes de buttée pour maintenir la roue en place malgré les chocs, surtout lorsqu'on attèle des wagons. Les paliers sont à bagues, avec un dispositif spécial pour empêcher les projections d'huile. Le régulateur, calé sur l'arbre à l'extérieur de la roue, est à force centrifuge et commande une valve réglant l'admission de la vapeur dans les augets. En cas d'avarie, l'on a prévu une valve de secours manœuvrée par un régulateur spécial également à force centrifuge. La dynamo, entièrement cuirassée, est munie d'un ventilateur et de balais analogues à ceux des moteurs de traction, entourés de feutre et maintenus par des pinces s'ouvrant à la main.

Les types de 25 et 35 kilowatts sont munis d'un graissage à huile sous pression, les bagues de graissage ne servent alors que d'auxiliaires.

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

### *Les installations électriques des usines de la Lackawanna Steel Company.*

La construction des usines de la « Lackawanna Steel Company » à West Seneca remonte à quelques années, et, dès les débuts, l'on fit usage de l'électricité pour assurer divers services auxiliaires.

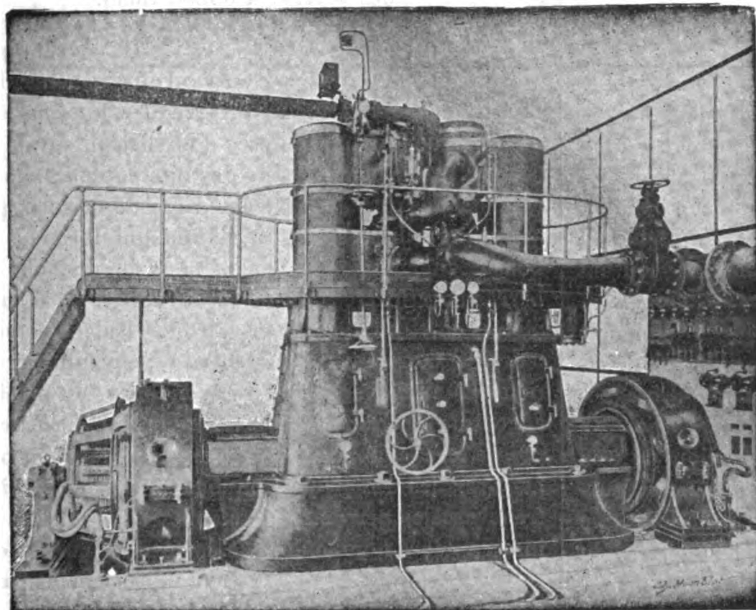
L'on installa des groupes électrogènes alimentés avec le gaz provenant des hauts fourneaux, et fournissant du courant à des grues, des déchargeurs, des transbordeurs, etc ; ce courant fut aussi utilisé pour

# MACHINES BELLEVILLE

## A GRANDE VITESSE

## avec Graissage continu à haute pression

### par Pompe oscillante sans Clapets



Machine à triple expansion, de 500 chevaux, actionnant directement deux dynamos

**BREVET D'INVENTION S. G. D. G. DU 14 JANVIER 1897**

**TYPES de 10 à 5 000 CHEVAUX**



SPÉCIMENS D'APPLICATIONS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ministère de la Marine.** | | | | |
| Pour le contre-torpilleur "Pierrier" | 2 | machines | 6 800 | chevaux |
| Pour les torpilleurs 368 et 369 | 2 | — | 4 000 | — |
| Pour le cuirassé "République" (groupes électrogènes de bord) | 4 | — | 600 | — |
| Pour la Station de chargement de sous-marins de la baie Ponty (Bizerte) | 3 | — | 600 | — |
| Companhias Reunidas Gaz e Electricidade, Lisbonne | 6 | — | 5 000 | — |
| Compagnie Générale pour l'Éclairage et le Chauffage, Bruxelles (pour les Stations électriques de Valenciennes, de Catane et de Cambrai) | 7 | — | 2 330 | — |
| Arsenal de Toulon | 5 | — | 1 660 | — |
| Arsenal de Bizerte (Station Electrique de Sidi-Abdallah) | 6 | — | 1 350 | — |
| Société d'Électricité Alioth, pour la Station de Valladolid (Espagne) | 1 | — | 1 200 | — |
| — pour la Station de Nimes | 2 | — | 1 300 | — |
| Compagnie des Mines d'Aniche | 14 | — | 1 152 | — |
| Port de Cherbourg | 3 | — | 330 | — |
| Fonderie Nationale de Ruelle | 2 | — | 800 | — |
| Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité (Orléans) | 1 | — | 750 | — |
| Compagnie Française Thomson-Houston, Paris (pour ses usines d'Alger, d'Arles, de Vitry-sur-Seine, de Tunis et de Marseille) | 6 | — | 658 | — |
| Société Anonyme des Mines d'Albi | 2 | — | 600 | — |
| Société Normande de Gaz, d'Électricité et d'Eau | 5 | — | 580 | — |
| Etc., etc. | | | | |

*Les installations réalisées jusqu'à ce jour comportent plus de* **400** *Machines à grande vitesse et près de* **3 000** *Machines à vapeur diverses*

**ÉTUDE GRATUITE DES PROJETS & DEVIS D'INSTALLATION**

# Sté Ame des Établissements DELAUNAY BELLEVILLE

**Capital : SIX MILLIONS de Francs**

**ATELIERS & CHANTIERS DE L'ERMITAGE, à SAINT-DENIS (Seine)**

**Adresse télégraphique : quBELLEVILLE, Saint-Denis-sur-Seine.**

la commande des laminoirs, et pour un petit chemin de fer électrique desservant les usines.

La charge ainsi constituée était très variable en raison des démarrages et arrêts fréquents, et de la puissance des moteurs. L'utilisation des gaz de hauts fourneaux nécessitait la centralisation des groupes générateurs en un certain point des usines de telle sorte qu'au fur et à mesure de l'extension de celles-ci, les voltages choisis primitivement (250 volts pour le courant continu et 440 pour le courant alternatif) devenaient insuffisants et conduisaient à des pertes excessives.

L'adoption d'un système de distribution comportant plusieurs stations génératrices entraînait l'abandon des moteurs à gaz. D'autre part, si l'on gardait le système avec station unique, il était nécessaire d'élever la tension du courant alternatif afin de diminuer les pertes, ce qui obligeait à remplacer les câbles non suffisamment isolés ; quant au courant continu, il eût fallu, pour diminuer aussi les pertes, le transformer en courant alternatif et alimenter des commutatrices placées aux points d'utilisation ; ce procédé était certainement très désavantageux et très coûteux. Enfin, par suite de l'agrandissement de l'usine, la production de gaz des hauts fourneaux devenait insuffisante, pour fournir l'énergie électrique demandée, de telle sorte que l'on se trouvait dans l'obligation d'employer du charbon ordinaire pour alimenter des gazogènes. Dans ces conditions, il était bien préférable de se procurer de l'énergie électrique au dehors et c'est ainsi que l'on s'adressa à la Société « Ontario Power Company » dont la station hydraulique est actionnée par les chutes du Niagara.

Étant donné le caractère de l'entreprise, l'installation devait répondre à trois conditions essentielles:

1° Présenter une grande sécurité ;

2° Offrir les plus grandes commodités pour l'exploitation ;

3° Être aussi économique que possible.

Pour remplir ces conditions l'on construisit 4 stations :

*a*) Une sous-station recevant le courant à 60 000 volts fourni par l'usine génératrice de la « Niagara Lockport et Ontario Power Company » et le ramenant à 2 200 volts ;

*b*) Trois sous-stations placées en différents points de l'usine et recevant le courant à 2 200 volts ; dans ces sous-stations ce courant est converti en courant alternatif à 440 volts et en courant continu à 250 volts.

### Sous-station a 60 000 volts.

*Entrée des lignes à 60 000 volts.* — Le courant provenant des deux lignes à 60 000 volts pénètre dans le bâtiment après avoir traversé des interrupteurs de raccordement manœuvrés d'un balcon sur la façade ; il passe ensuite dans des interrupteurs à huile et dans des transformateurs-série de mesure, puis arrive aux barres de la station qui forment une boucle située immédiatement sous le plafond. Ces barres sont formées de tubes de cuivre de 6 millimètres environ, supportés par des isolateurs ordinaires à 60 000 volts. Les barres peuvent être sectionnées au moyen de raccords mobiles, de manière à ce que chaque groupe de trois transformateurs puisse être isolé pour faire des réparations ou pour nettoyer les isolateurs ; en outre, des connexions transversales peuvent être établies dans la salle des interrupteurs à huile de telle sorte que chaque côté de la boucle puisse être alimenté directement par la ligne correspondant à l'autre côté.

*Transformateurs.* — Avant d'arriver aux transformateurs, le courant à haute tension passe dans des fusibles : les transformateurs d'une puissance normale de 1 000 kilowatts sont disposés sur deux rangs de six chacun ; ils sont plongés dans l'huile, avec une circulation d'eau. Acctuellement il n'y en a que six en service avec un septième en réserve.

Les secondaires sont bobinés pour 2 500 volts avec des prises auxiliaires jusqu'à 2 200 volts. Ils sont connectés en triangle ; au contraire, les primaires sont en étoile et le point neutre est relié à la terre, ainsi que les bacs à huile et les tubes de circulation d'eau, au moyen de rails qui servent égale-

ment à permettre le déplacement des transformateurs pour les réparations. Une petite salle a été aménagée à une des extrémités de la station, pour les essais, pour les visites, le remplacement de l'huile, etc.

Pour prévenir tout danger provenant d'une surélévation de pression due à l'ébullition de l'huile par suite d'un court-circuit, etc., les bacs des transformateurs sont pourvus de tuyaux aboutissant sur le toit et dans les égouts. Ces tuyaux sont munis d'une soupape de sûreté pour empêcher l'humidité de pénétrer, et pour isoler les bacs les uns des autres. Enfin un autre système de tuyaux et de réservoirs permet de vider ou de remplir facilement les bacs des transformateurs par le simple effet de pesanteur

*Barres à 2500 volts.* — Ces barres se composent jusqu'à présent d'une simple bande droite de cuivre (3×75 millimètres) supportée par des isolateurs à 5000 volts ; ultérieurement l'on adoptera une boucle avec des interrupteurs de sectionnement. De ces barres partent 4 feeders aboutissant à la sous-station n° 2 de distribution, et composés de câbles souterrains.

### Système de canalisation.

Pour les canalisations souterraines, à cause des mouvements du sol et des conditions d'exploitation de l'usine, l'on adopta, après de nombreuses études, un système de conduites en tuiles soutenues par des pilotis, et renforcées par des arceaux en béton. La section des câbles a été calculée de manière à remplir trois conditions :

1° Réduire les pertes au minimum possible lorsque tout est en charge ;

2° Permettre la mise hors service de la moitié des câbles pour les réparations, les remplacements, etc. sans que pour cela la chute de tension soit trop excessive et empêche par exemple la marche des machines synchrones ;

3° Avec cette surcharge, l'échauffement ne doit pas dépasser des limites dangereuses.

Ces conditions amenèrent à l'emploi d'une tension secondaire élevée bien que le prix de l'appareillage ait ainsi été rendu plus coûteux.

### Sous-stations de distribution.

Celles-ci ne présentent rien de particulier. La sous-station n° 1 comporte une rangée de transformateurs de 375 kilowatts à huile et à refroidissement automatique, ramenant la tension de 2200 à 440 volts, et connectés en double triangle ; en outre, 2 moteurs synchrones de 1000 kilowatts et 1 de 500 kilowatts sont installés pour la production de courant continu à 250 volts. Les machines sont placées dans l'ancienne station de la Lackawanna Steel Company, et le courant arrive par câbles de la sous-station n° 2, qui reçoit, comme on l'a vu plus haut, toute l'énergie provenant de la sous-station de transformation à 60000 volts.

Actuellement la sous-station n° 2 se compose de 2 moteurs synchrones analogues de 500 kilowatts ; l'on prévoit ultérieurement encore deux autres moteurs. Quant à la sous-station n° 3, alimentée par une ligne aérienne double venant également de la sous-station n° 2, elle ne comprend qu'un groupe moteur-générateur, et une rangée de transformateurs de 100 kilowatts.

### Exploitation.

Le courant continu est actuellement beaucoup plus employé dans l'usine que le courant alternatif, de telle sorte que le facteur de puissance est bon, malgré l'usage d'un certain nombre de petits moteurs d'induction. Pour relever le facteur de puissance du réseau à courants alternatifs, l'on a renoncé par économie à employer un moteur synchrone spécial tournant à vide (synchronous condenser) ; l'on obtient le résultat cherché en réglant l'excitation des moteurs synchrones des groupes ; du reste, l'emploi de commutatrices tout en étant aussi coûteux (à cause des transformateurs nécessaires) n'aurait pas donné les mêmes facilités de réglage que des groupes moteurs-générateurs. Ces réglages devaient d'ailleurs être très précis, car, pour éviter des variations trop exagérées dans la puissance fournie par la Ontario

Power Company, l'on fait marcher en parallèle l'ancienne station génératrice avec la ligne du nouveau transport d'énergie. Toute l'installation électrique a été faite par la Compagnie Westinghouse.

*(The Electrical Journal.)*

*
* *

On annonce que la Compagnie Générale Électrique de Nancy est en train de construire à Conflans-Jarny (Meurthe-et-Moselle) une station centrale très importante pour la distribution de l'énergie électrique dans le bassin minier de Briey.

*
* *

Le Ministère de la Marine a autorisé le port de Cherbourg à consacrer 1 000 000 francs à l'établissement de stations génératrices pour l'éclairage des ateliers de l'arsenal et la charge des accumulateurs des sous-marins.

*
* *

La station centrale de Milan va procéder prochainement à l'installation d'un groupe turbo-alternateur à 4 pôles de 3 500 kilowatts, 1 250 tours à la minute, 8 650 volts. La turbine à vapeur sera munie d'un condenseur Leblanc-Westinghouse. Cette dernière société est d'ailleurs chargée de toute l'installation électrique et mécanique.

## TRACTION

### États-Unis.

D'après le *Street Railway*, le Southern Pacific Railroad Company vient de décider l'emploi de la traction électrique sur les lignes servant à réunir San-Francisco aux importantes communes de Oakland, Berkeley, etc., situées de l'autre côté de la baie. Ce réseau s'étend dans un rayon de 12 kilomètres environ, et les différentes lignes aboutissent à Alameda Mole, relié à San-Francisco par un service de ferryboats à travers la baie. On compte sur un trafic qui sera exceptionnellement intense ; il sera assuré par des trains à unités multiples comprenant de 3 à 12 voitures, soit motrices, soit remorquées. Ces voitures contiendront 80 voyageurs. L'on a prévu 80 voitures motrices équipées avec 4 moteurs de 125 H. P. de la General Electric Company. L'on emploiera le courant continu avec fil aérien et suspension caténaire. Quant à la station génératrice, elle se compose de 2 groupes avec alternateurs triphasés de 5 000 kilowatts, 13 200 volts, 25 périodes, fournis par la Westinghouse Machine Company. Les chaudières Parker sont munies de condenseurs Worthington.

### Angleterre.

L'on annonce que l'on va mettre en service des

trains d'essai sur la section du London, Brigton et South Coast Railway qui a été équipée électriquement; le service régulier sera inauguré l'été prochain. L'installation est à 6000 volts (courant monophasé). Chaque train doit transporter 566 voyageurs et doit être composé de deux motrices et d'une remorque.

PAYS-BAS.

Il est question de l'établissement d'une nouvelle voie de communication par tramway électrique entre Middelbourg et Flessingue.

Des négociations ont lieu pour l'électrification des lignes du « Goosche Stoomtram ». Il s'agit d'un réseau de 39 kilomètres, situé au sud d'Amsterdam non loin de la côté du Zuiderzee.

D'autre part, il serait question de construire un tramway électrique reliant Bergen à Bergen-an-Zee.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

### *Sur la première installation radiotélégraphique française à bord d'un navire de commerce.*

Comme compléments à nos informations précédentes (1) il nous paraît intéressant de publier la note suivante:

Le 10 septembre 1907 à minuit, le paquebot-yacht « Ile-de-France » est parti du port de Marseille pour effectuer la croisière de la Revue Générale des Sciences, emmenant avec lui près de 200 passagers.

Ce navire porte à son bord une station complète de radiotélégraphie que l'Administrateur-Délégué de la Compagnie des Transports Maritimes de Marseille, M. Hubert Giraud, y a fait installer.

L' « Ile-de-France » est le premier navire de commerce ayant à son bord un système de radiotélégraphie qui accepte de communiquer avec tous les postes côtiers appartenant aux Postes et Télégraphes. En effet, les seuls navires de commerce française ayant à leur bord la radiotélégraphie, sont des navires de la Compagnie Transatlantique, mais ils sont munis des appareils Marconi.

La Compagnie Transatlantique, bien que compagnie subventionnée, a accepté les conditions de la Compagnie Marconi qui lui interdit de communiquer avec d'autres appareils que les siens. Cette interdiction, qui a fait l'objet de nombreuses controverses, va être obligatoirement levée au 1er juillet 1908, date fixée par la dernière convention radiotélégraphique de Berlin.

L'installation de l' « Ile-de-France » présentait donc, au point de vue national français, le plus grand intérêt. Elle a du reste pleinement donné satisfaction. La station de Porquerolles, appartenant aux Postes et Télégraphes, a reçu, dans la nuit du 10 au 11, de l' « Ile-de-France », de nombreux radiotélégrammes payants.

Nous ajouterons que, pendant les essais qui ont été faits à la date du 10, le paquebot étant au fond de la rade de Marseille, au quai des Anglais et presque entouré de hautes collines, il a été reçu, des dépêches à bord provenant du poste de la Tour Eiffel, le poste puissant de la télégraphie militaire. D'autre part, des dépêches ont été échangées avec le poste de la marine française situé à Agde (200 kilomètres de Marseille) avec la plus grande facilité.

La longueur d'onde du poste de l' « Ile-de-France » est la longueur d'onde normale de 300 mètres, fixée par la convention radiotélégraphique de Berlin pour les bâtiments de commerce.

(1) Voir l'*Éclairage Electrique* des 21 et 28 septembre, pages *182* et *201*.

Le système employé est celui de M. Rochefort: L'émission par courant alternatif, système indirect; les réceptions écrites avec cohéreur Rochefort ou faites au son sur détecteur électrolytique Ferrié.

Émission et Réception sont brevetées par M. Rochefort.

Les deux principaux brevets sont: le « Résonnateur bipolaire » pour l'Émission et la Réception et la « Réception à trois prises » pour les deux réceptions.

Depuis dix ans, M. Rochefort a fourni de ses appareils à la marine française, tous nos navires de guerre en sont munis. Il a fourni le ministère de la Guerre, celui des Postes et Télégraphes, des Colonies, il a fait des installations à l'étranger (en Angleterre, aux États-Unis, en Espagne, etc.).

Nous ne saurions trop féliciter la Compagnie des Transports maritimes de son initiative et l'inventeur constructeur français des excellents résultats qu'il a obtenus. Dans l'état actuel de la navigation, ces postes de radiotélégraphie vont se multiplier et n'attendent pour cela que la terminaison des installations de postes à terre projetées ou en cours d'exécution par les Postes et Télégraphes français, en France et aux colonies.

*
* *

D'après l'*Electrical World*, le Gouvernement Américain a décidé de munir tous les navires de guerre du Pacifique d'appareils pour la téléphonie sans fil, ces appareils ayant été garantis comme fonctionnant par tous les temps jusqu'à une distance de 8 kilomètres.

## ÉCLAIRAGE

Un inventeur allemand vient d'imaginer le dispositif suivant pour combiner les propriétés des lampes à incandescence ordinaires et des lampes à mercure. L'ampoule en verre des lampes ordinaires est remplacée par un tube en U, dont les deux branches sont scellées au plâtre de Paris à la douille de forme ordinaire; le filament en carbone est constitué par une boucle présentant la même courbure et se trouve ancré au coude du tube, de manière à ce qu'il coïncide parfaitement avec l'axe de ce tube. En outre une goutte de mercure se trouve renfermée dans le tube; lorsque le filament est incandescent, ce mercure se trouve vaporisé, et on réalise ainsi une combinaison de la lampe à incandescence et de la lampe ordinaire à mercure. Il serait intéressant de connaître les résultats pratiques obtenus avec ce dispositif original.

## BREVETS (1).

378 739, du 12 juin 1907. — Jahr. — Récepteur pour télégraphie sans fil.

378 564, du 10 mai 1907. — Société Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke. — Moteur à répulsion.

378 593, du 7 juin 1907. — Savreux. — Combinaison d'accumulateurs.

378 623, du 8 juin 1907. — Pifre. — Commande et réglage pour moteur à courant alternatif.

378 565, du 10 mai 1907. — Pringle. — Perfectionnements à la suspension des fils pour la traction électrique.

378 608, du 16 août 1906. — Desgeorge. — Appareil électrique pour le chauffage ou l'allumage.

378 641, du 8 juin 1907. — Canello. — Machine à calciner les filaments.

378 796, du 22 février 1907. — Cerebotani. — Télégraphe imprimeur.

378 797, du 26 février 1907. — Société The Brown Hoisting Machinery C°. — Support de couronne ou d'antenne pour mâts.

(1) Listes communiquées par M. Josse, ingénieur-conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

378 798, du 26 février 1907. — Stone. — Perfectionnements à la télégraphie sans fil.

378 805, du 4 avril 1907. — Duchatel. — Téléphone encaisseur 'automatique, horloge de contrôle et signal.

378 866, du 14 juin 1907. — Nigron. — Perfectionnements dans les récepteurs télégraphiques imprimeurs.

378 756, du 13 juin 1907. — Hallock. — Génératrice électrique.

378 809, du 12 avril 1907. — Mershon. — Machine à courants alternatifs.

378 831, du 21 mai 1907. — Heyland. — Système de démarrage et de réglage

378 905, du 17 juin 1907. — Rossignol et Brisset. — Magnéto.

378 921, du 17 juin 1907. — Pifre. — Dispositif de sûreté empêchant le renversement du sens de rotation des moteurs.

378 806, du 5 avril 1907. — Léonard. — Système de contrôle pour moteurs.

378 842, du 28 mai 1907. — Gifford et Dixon. — Parafoudre pour circuits.

378 828, du 22 août 1906. — Lacroix. — Four électrique.

378 922, du 17 juin 1907. — Cumberland. — Dispositif pour empêcher la corrosion.

378 955, du 18 juin 1907. — Société d'Exploitation des Brevets Dolter. — Four électrique.

378 848, du 6 juin 1907. — Société Geb. Siemens et Cie. — Electrodes pour projecteurs.

378 903, du 15 juin 1907. — The Westinghouse Metal Filament Lamp Cy. — Supports pour filaments métalliques.

378 917, du 17 juin 1907. — Société Bergmann-Elektricitats Werke A. — Filaments.

378 962, du 18 juin 1907. — Damoiseau. — Lampe à arc.

379 147, du 22 juin 1907. — Société Ges. fur Drahtlose Telegraphie m. b. H. — Dispositif pour produire et rendre perceptibles des oscillations.

379 182, du 24 juin 1907. — Société C. M. Thomson. — Commutateur automatique.

379 263, du 27 juin 1907. — Société Siemens et Halske A. G. — Indicateur des dérangements de ligne.

379 290, du 28 juin 1907. — Watkins, Goodsell et Mc. Dowell. — Sélecteur pour téléphones.

379 062, du 6 mai 1907. — Fayard. — Générateur d'électricité aérien.

379 100. — Ateliers Thomson-Houston. — Commande de moteurs électriques.

379 180, du 24 juin 1907. — Little. — Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs.

379 232, du 25 juin 1907. — Leitner. — Perfectionnements aux accumulateurs.

379 261, du 26 juin 1907. — Leitner. — Perfectionnements aux bacs d'accumulateurs.

379 280, du 27 juin 1907. — Leitner. — Diaphragmes séparateurs ligneux pour accumulateurs.

379 069, du 15 mai 1907. — Siemens et Halske A. G. — Masses plastiques de composés de tungstène (wolfram).

379 134, du 24 juin 1907. — The Westinghouse Metal Filament Lamp Cy. — Perfectionnements dans les lampes électriques.

379 262, du 26 juin 1907. — Société Deutsche Gasgluhlicht A. G. — Mode de fixation des filaments de wolfram.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de métal de l'Amérique du Nord se sont élevés pendant le mois de septembre à 14 102 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 1 316 T., ceux d'autres pays à 5 426 T., les affrètements du Chili à 1 500 T. et ceux d'Australie à 3 600 T. Durant ce même mois les approvisionnements ont été de 25 944 tonnes et les livraisons de 28026 T. Les approvisionnements visibles ont donc diminué de 604 T. depuis le 16 septembre et de 2 082 T. depuis le 31 août. Pas d'expéditions de cuivre Standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique.

Voici la statistique comparative publiée par MM. Merton et Cie.

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 | | | 30 sept. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 30 sept. | 16 sept. | 31 août. | 1906 | 1905 |
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots . . . . . . T. | 932 | 592 | 439 | 619 | 2 398 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais. . . . . . . . | 1 500 | 1 775 | 1 930 | 3 440 | 3 325 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard. . . . . . . . . | 403 | 129 | 104 | 123 | 50 |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham. . . . . . . . . | 1 031 | 1 055 | 1 137 | 1 211 | 514 |
| T. | 3 866 | 3 551 | 3 610 | 5 393 | 6 287 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin). . . . . . . | 1 562 | 1 466 | 2 367 | 358 | 181 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin. . . . . . | 1 710 | 1 825 | 1 843 | 1 907 | 1 833 |
| T. | 7 138 | 6 842 | 7 820 | 7 658 | 8 304 |
| Avis du Chili. . . . . . . . | 1 000 | 1 950 | 2 200 | 1 325 | 4 000 |
| Avis d'Australie.. . . . . . . | 4 000 | 3 950 | 4 200 | 3 500 | 4 000 |
| Totaux. . . . . . T. | 12 138 | 12 742 | 14 220 | 12 483 | 16 304 |

Les approvisionnements et les délivraisons ont été :

| | 1907 | | 1906 | | 1905 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. |
| En septembre. . T. | 25 944 | 28 026 | 26 609 | 26 058 | 28 826 | 30 142 |
| Douze mois finissant le 30 septembre. . | 329 503 | 329 848 | 328 555 | 332 376 | 323 047 | 322 621 |

### COURS DES MÉTAUX (Londres).

| | SAMEDI 28 SEPTEMBRE | SAMEDI 5 OCTOBRE |
|---|---|---|
| Antimoine. . . . | 42 à 45 | 42 à 45 |
| Cuivre. . . . . | 65 | 62 7/6 à 62 1/4 |
| Étain. . . . . . | c. 159,15 f. 161,10 | c. 158 f. 154,10 |
| Plomb. . . . . | 21 | 21 |
| Zinc. . . . . . | 21 | 21 2/6 à 21 7/6 |

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

### France.

*Compagnie Parisienne de distribution d'électricité.* — Constituée le 31 juillet 1907. — Capital : 50 millions. — Siège social : 11, avenue Trudaine. Paris.

*Société Pyrénéenne d'énergie électrique.* — Constituée le 11 juillet 1907. — Capital : 6500000 francs. — Siège social : 18, rue Lafayette. Paris.

*Société d'exploitations électriques, gazières et hydrauliques.* — Durée : 99 ans. — Capital : 100 000 francs. — Siège social : 27, rue Mogador. Paris.

*Société Électrique d'Ambrières.* — Constituée le 17 juillet 1907. — Capital : 48 000 francs. — Siège social : Ambrières (Mayenne).

*Compagnie du chemin de fer de Clermont-Ferrand au sommet du Puy-de-Dôme.* — Constituée le 13 août 1907. — Capital : 1 000 000 de francs. — Siège social : 19, rue Auber, Paris.

*Société minière de Montbelleux.* — Constituée le 19 août 1907. — Capital : 2 700 000 francs. — Siège social : 18, rue de l'Arcade, Paris.

*Société du Boro-Carbone.* — Constituée le 12 août 1907. — Capital : 1 000 000 de francs. — Siège social : 11, rue Barbette, Paris.

*Société de la Calamine.* — (Exploitation de mines métalliques en France et à l'Étranger.) — Constituée le 10 septembre 1907. — Capital : 800 000 francs. — Siège social : 3, place de l'Hôtel-de-Ville, Saint-Étienne (Loire).

*Compagnie Watt.* — Appareillage pour lumière et force. — Une nouvelle société vient de se fonder à Marseille sous cette raison sociale avec, comme objectif, la construction d'appareils électriques pour lumière et transport de force, et les installations de ces appareils. Le Conseil d'administration se compose de MM. P.-E. Huber, D. Schindler et E. Bitterle, directeur des ateliers d'Oerlikon (Zürich). La direction a été confiée à M. L. Flesch, ingénieur.

### Belgique.

*Société anonyme La Nervienne.* — Forges, fonderies et constructions mécaniques. — Constituée le 6 septembre 1907. — Capital : 800 000 francs, en 1 600 actions de 500 francs. — Siège social : Marcinelle.

### Italie.

Sous la raison sociale *Societa generale italiana accumulatory elettrici, de Milan*, la *Fabrique d'Accumulateurs électriques de Genève*, la *Societa italiana per Accumulatori elettrici di Milan* (en liquidation), et l'*Accumulatoren-Fabrik Actien Gesellschaft, de Berlin*, viennent de se fondre en une société anonyme au capital de 1 500 000 francs.

Avec le concours de la *Società Ezercizio Bacini*, il vient d'être créé à Genève une société anonyme au capital de 2 000 000 francs pour la construction des turbines à vapeur et des machines électriques. La raison sociale est *Ateliers électromécaniques*.

L'on signale la constitution à Milan d'une nouvelle société *E. Bertetti E. C.*, pour la fabrication des fils et câbles, au capital de 500 000 francs, pouvant être porté jusqu'à 1 500 000 francs sur simple décision du gérant.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

Les *Hauts Fourneaux et Aciéries de Rumelange-Saint-Ingbert* ont acheté, à Serrouville, la part de la Société Cockerill, environ 60 hectares, dans les minières d'Ottange (Lorraine allemande). Cette dernière est la part que la Société Cockerill avait achetée précédemment avec la Deutsch-Luxemburgische Bergwerks und Hüttengesellschaft au comte von Hunolstein ; la Société Cockerill avait un quart du champ minier et la Deutsch-Luxemburgische trois quarts. Cette concession touche aux hauts fourneaux d'Ottange, qui appartiennent à Rumelange. Les mines d'Ottange, qui se trouvent en pleine exploitation, sont reliées par un chemin de fer aérien de 11 kilomètres aux usines de la Deutsch-Luxemburgische, à Differdange. La Société Cockerill, par contre, s'est assuré du minerai en France de commun accord avec Ougrée.

Nous pouvons confirmer l'achat par Rumelange de cette part de minière. Cette opération est tout à fait distincte de l'achat précédent d'un complexe de 700 hectares de concession minière dans la Lorraine française.

La *Société de Sarrebruck* a acheté la concession de minettes Bellevue, d'une étendue de 589 hectares, située dans la Lorraine française. Cette concession avait été accordée primitivement par l'État aux Usines de la Chiers près Longwy, laquelle société est entrée il y a quelque temps dans le groupe Ougrée-Marihaye.

*Aciéries de Micheville.* — Comme nous l'avons annoncé dans notre dernier numéro, les actionnaires doivent tenir leur assemblée le 21 octobre ; ils auront à se prononcer sur une augmentation du capital de 14 à 16 millions et sur un projet de création d'obligations jusqu'à concurrence de 10 millions. Avec ces disponibilités la société pourra effectuer le programme, arrêté depuis longtemps, des travaux suivants : construction d'un sixième haut fourneau, reconstruction et agrandissement des fourneaux 1 et 2 et installation de machines soufflantes à gaz, modification et extension de l'aciérie et des gros trains, épuration complète des gaz de hauts fourneaux, complément des moteurs à gaz, achèvement des travaux de mise en exploitation de la mine de Landres et des fours à chaux de Thierville.

*Aciéries de la Marine.* — La production d'acier en août a été de 24 300 tonnes et atteindra 29 000 tonnes après la mise à feu du sixième haut fourneau à Homécourt.

*Forges et Aciéries du Nord et de l'Est.* — Le dividende proposé pour 1906-1907 est fixé à 85 francs par action, contre 80 francs pour l'exercice précédent.

*Tréfileries du Havre (anciens établissements Lazare Weiller).* — Les bénéfices de l'exercice 1906-1907 s'élèvent à 2 200 000 francs en chiffres ronds, contre 1 700 000 francs en 1905-1906. Le dividende à proposer à la prochaine assemblée générale est fixé à 9 francs par action, contre 8 francs l'année dernière.

*Mines de Béthune (Bully-Grenay).* — Le conseil d'administration a fixé à 170 francs par part et 3 fr. 40 par cinquantième le dividende afférent à l'exercice 1906-1907, soit une modeste plus-value de 10 francs sur le précédent. Cette annonce a produit plutôt une légère déception, car, bien qu'une forte élévation ne fût pas à prévoir, certains espéraient, non sans raison d'ailleurs, que la différence aurait été plus sensible. Il y a lieu de tenir compte, en effet, que l'augmentation de bénéfices obtenue pour ce dernier exercice a été beaucoup plus considérable que les 170 000 francs nécessaires au paiement de ladite augmentation ; des prix plus rémunérateurs dans la vente des combustibles et une notable plus-value de production auront certainement contribué à accroître le chiffre des profits. Nous croyons donc que cette année encore le chapitre des amortissements et réserves aura eu sa large part. Il faut tenir compte, en outre, que la Compagnie de Béthune s'est fortement intéressée dans le nouveau bassin houiller de la Campine; peut-être le conseil prévoit-il que cette affaire nécessitera des dépenses considérables qu'il voudra amortir dans le plus bref délai possible.

*Mines de Drocourt à Lille.* — Il ne sera alloué aux actionnaires pour 1906-1907 qu'un coupon de 120 francs, en légère augmentation de 20 francs sur le précédent. Cette répartition, nécessitant une somme de 120 000 francs, n'absorbera même pas le quart des bénéfices, lesquels se sont élevés à 1 810 000 francs. Mais la Compagnie de Drocourt effectue en ce moment de très grands travaux, notamment la construction d'un nouveau siège d'exploitation, et il est certain que pendant quelques années encore la plus forte part des profits passera en amortissements.

*Mines de Ferfay.* — Nous croyons savoir que le dividende proposé à la prochaine assemblée générale sera de 25 à 30 francs.

*Société d'Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen.* — Le versement du deuxième quart, soit 125 francs par titre, étant appelé sur les actions nouvelles, lesdites actions (nos 32 001 à 64 000) ne se négocient plus, depuis le 21 septembre, qu'en titres libérés de 250 francs.

*Compagnie industrielle du platine.* — Cette société, dont le rendement atteint les quatre cinquièmes de la production mondiale, vient, dit-on, de signer un cartel avec la seule maison anglaise qui pouvait lui faire concurrence.

*Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.*

Depuis qu'ils sont exploités par le groupe de la Parisienne, les Ateliers de Constructions électriques ont été agrandis de façon à tripler leur puissance de production et complétés, ainsi que nous l'avons dit, par une puissante centrale électrique et par des ateliers de fabrication des câbles électriques (*Éclairage Électrique*, t. LII, 28 septembre 1907, p. *199*).

De même que l'usine électrique trouve dans les ateliers un consommateur naturel d'une grande partie de son courant, de même les ateliers de constructions électriques trouvent dans les sociétés apparentées des clients naturels et importants. La clientèle étrangère ne leur manque pas. La France, en effet, commence à apprécier et à construire les centrales électriques, déjà si nombreuses en Allemagne et en Belgique ; dans le Sud et dans l'Est elle dispose de grandes réserves de forces hydrau-

liques qui faciliteront le mouvement au profit de la vente des câbles et des moteurs électriques ; dans les autres régions, elle a une industrie variée, puissante et riche, où rien ne s'opposera aux transformations électriques ; à Paris, la récente entente entre la ville et les secteurs et l'abaissement du prix du courant ne manqueront pas de développer les emplois de l'électricité pour l'éclairage et pour la force motrice. Après l'électrification des tramways on ne tardera pas à songer aux chemins de fer, et déjà ceux de la banlieue de Paris étudient la question. Tout cela explique les développements qu'ont pris depuis 1905 les ateliers de Jeumont.

D'autre part, ils viennent de recevoir une commande de 50 locomotives électriques destinées à la traction des bateaux dans le Nord.

*Chemin de fer électrique de Montreux-Oberland bernois.* — Cette société émet au pair un emprunt de 1 400 000 francs en obligations 4 1/2 %.

*Compagnie française de tramways et d'éclairage électriques de Shanghaï.* — L'assemblée générale du 21 septembre a voté une augmentation du capital de 3 millions à 4 200 000 francs qui sera réalisée par l'émission de 4 800 actions nouvelles de 250 francs.

*Société Neuhausen (aluminium).* — L'assemblée des actionnaires est convoquée le 28 courant pour ratifier le bilan et la distribution d'un dividende de 10 % aux actions. Le capital va être augmenté et les actions nouvelles seront émises un peu au-dessus du pair. Cet apport nouveau doit servir au remboursement de 500 000 francs d'obligations 4 %.

*Dyle et Bacalan.* — Cette société vient de recevoir commande de 239 wagons de 25 tonnes et de quelques autres wagons pour la compagnie du Bône-Guelma.

« *Turbinia* » (Deutsche Parsons Marine Akt. Gesells. Berlin).— Cette Société qui est une filiale allemande de la Compagnie Brown Boveri, de Baden (Suisse), destinée à la construction spéciale des turbines à vapeur pour la marine allemande, a clôturé son exercice 1906-1907 avec un bénéfice de 204 754 marks. (L'exercice antérieur s'est terminé avec une perte de 239 000 francs.) L'ordre de la marine pour le torpilleur E 137 a été exécuté et les machines acceptées. Au lieu des 33,9 milles marins garantis comme maximum, le bateau a fait en moyenne 33 milles. La consommation de charbon a été très réduite. Plusieurs licences ont été concédées. D'autre part, un certain nombre de procès sont engagés pour contrefaçon de brevets, mais aucun d'eux n'a été jusqu'à présent solutionné. Les frais généraux ont augmenté considérablement. Contre 1 141 883 francs d'engagements, on a par effets 256 800 francs, en banque et débiteurs 772 314. Les ordres en turbines en cours d'exécution atteignent 753 154 marks. Le compte de licences a 70 000 marks.

*Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique de Genève.* — Le bilan pour l'exercice 1906-1907 accuse une perte de 349 691 francs.

*Chemin de fer des Alpes bernoises.* — La Confédération ayant accordé une subvention de 6 millions de francs pour le tunnel du Lötschberg, le conseil d'Administration a décidé de parfaire la différence de 11 millions par l'émission de 3 millions de francs d'actions privilégiées et de 8 millions d'obligations de première hypothèque, immédiatement prises ferme par la banque parisienne Loste et Cie.

*Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Pompey.* — Le bénéfice de l'exercice 1006-1907 s'est élevé à 2 740 000 francs, contre 1 112 000 francs pour l'exercice précédent, pour lequel un dividende de fr. 12-50 par action a été réparti.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi.* — Bulletin mensuel n° 8. — Des pompes centrifuges système Rateau à basse pression.

*Ateliers de Constructions Electriques du Nord et de l'Est. Jeumont.* — Moteurs monophasés. — Moteurs

triphasés. — Dynamos et Moteurs. — Controllers et Résistances. — Bulletins n$^{os}$ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

*Felton et Guilleaume Lahmeyerwerke A. G. Francfort-sur-Mein.* — Nouveaux moteurs monophasés à collecteur à grand couple de démarrage. — Moteurs asynchrones triphasés. — Turbo-alternateurs à courant triphasé. — Appareils automatiques de démarrage.

*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin.* — Elektrisches heizen und Kochen.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 17 octobre, à la mairie de *Bourges* (Cher), fourniture au service de l'artillerie d'interrupteurs divers, câbles et fils divers, en 2 lots.

Le 22 octobre, 2 h. 1/2, à la Mairie de *Toulouse*.— Service des poudres et salpêtres. — Fourniture de 2 400 kilogrammes d'étain pur en tubes, en 2 lots.

Le cahier des charges est déposé à la poudrerie nationale de Toulouse.

### Italie.

Le 21 octobre, à 11 heures, au ministère de la marine, *à Rome,* et à la direction générale des arsenaux de *Spezia* et *Naples,* fourniture d'objets en bronze et en laiton ouvrés, en 3 lots, 80 000, 80 000 et 50 000 lires.

### Espagne.

Jusqu'au 15 octobre, la direction générale des postes et des télégraphes, *à Madrid,* 10, Carretas, recevra les offres pour l'exploitation pendant dix ans du réseau téléphonique urbain de *Séville,* moyennant une redevance de 10 % au profit de l'État ; caut. : 20 000 pesetas.

Jusqu'au 17 octobre, à la direction générale des postes et des télégraphes, *à Madrid,* soumissions pour l'exploitation pendant dix ans du réseau téléphonique *d'Alicante,* moyennant une redevance de 10 % à l'État ; caut. : 10 000 pesetas.

Le 18 octobre, à la direction générale des postes et télégraphes, *à Madrid,* adjudication de l'exploitation pendant dix ans du réseau téléphonique urbain de *Valladolid,* moyennant redevance de 10 % à l'État ; caut. : 10 000 pesetas.

Le 29 octobre, à 11 heures, à la maison consistoriale (mairie) de *Pontevedra,* adjudication pour 20 ans de l'éclairage de la ville par l'électricité.

Le 30 octobre, à 11 heures, à la mairie de *Toro,* adjudication pour 10 ans de l'éclairage de la ville par l'électricité.

### République Argentine.

La municipalité de *Buenos-Ayres* met en adjudication les travaux d'établissement et la concession d'une ligne souterraine de tramways électriques dans la capitale. Pour les documents relatifs à cette entreprise s'adresser à la Légation de la République Argentine.

### Indes Anglaises.

Le 2 janvier 1908, Municipalité de *Calcutta,* adjudication de l'éclairage public. Pour tous renseignements, écrire à P. N. Mookergee, secrétaire du service municipal.

### Nouvelle-Zélande.

Le 31 décembre, Municipalité de *Napier,* installation d'un réseau de traction et de distribution d'énergie électrique. Écrire à M. N. Bower, greffier.

### Afrique du Sud.

D'après la *British and South African Export Gazette,* l'on vient de mettre en adjudication à *Johannesburg* la fourniture de machines électriques pour une somme de 425 000 francs. L'usine doit comprendre soit un groupe de 1 000 kilowatts, soit deux de 500 kilowatts, avec machines à vapeur ordinaires ou turbines à vapeur.

Tome LIII. Samedi 19 Octobre 1907. 14e Année. — N° 42.


# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE


## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

***XX*^e *assemblée générale de l'Union suisse des électriciens à Lucerne.***

Le 28 septembre dernier, les électriciens suisses et les représentants des usines centrales de distribution électrique ont tenu à Lucerne leur 20^e assemblée générale. 400 membres étaient présents.

Les délégués des centrales se sont réunis en séance privée pour discuter certaines questions spéciales relatives à leurs caisses d'assurances, à l'achat des lampes à incandescence, et à la situation que pourra leur créer la nouvelle législation fédérale sur les forces hydrauliques.

En assemblée générale, deux communications techniques ont été faites sur les installations de l'usine toute récente de la ville de Lucerne. Cette usine utilise l'eau de l'Aa en aval d'Engelberg, à Obermat. Nous en donnerons prochainement une description. Diverses questions d'organisation ont été ensuite examinées. On sait que l'association a nommé des commissions spéciales, qui sont chargées d'exécuter des travaux précis ou des études d'une utilité générale ou particulière. Il y a notamment des commissions d'études : pour l'unification des mesures et unités, pour les prescriptions relatives aux installations, pour les conditions du retour par la terre, pour la législation des chutes d'eau, etc.

L'association a établi des installations de contrôle et d'étalonnage dont peuvent profiter tous ses membres. Ce laboratoire d'essai reçoit des subventions fédérales et cette année les recettes des essais exécutés pour les abonnés s'élèveront à plus de 70000 francs.

L'association a fait établir une carte des usines de distribution d'électricité avec indication du genre de force motrice, puissance, courant, tension, etc. Il existe également une carte en 22 planches indiquant d'une façon beaucoup plus précise toutes les lignes de distribution et de transport d'énergie (1).

Nous avons donné dans un précédent numéro (2) le résumé des travaux de la commission chargée de l'étude des parafoudres.

Le rapporteur de la commission qui étudie les conditions de retour du courant par la terre a exposé les résultats d'essais faits dans le canton de Vaud. Ces essais exécutés la nuit n'ont pu être que de courte durée et il serait désirable, pour en fixer plus complètement les résultats, de les reprendre en leur donnant une durée beaucoup plus longue.

Un des membres de l'Association, M. le P^r Wyssling du Polytechnicum de Zürich, est membre de la Commission fédérale pour l'étude de l'électrification des chemins de fer suisses. Il a donné à l'assemblée un résumé succinct des travaux de cette commission divisée, on le sait, en sous-commissions chargées chacune de l'étude d'une question spéciale,

(1) La première de ces cartes est au 1/500000 et la seconde en 22 planches au 1/100000 ; on peut se les procurer au secrétariat de l'Association, Hardturmstr., 20, à Zurich (prix : 4 francs la planche).

(2) *Éclairage Électrique*, t. LIII, 5 octobre 1907, p. *8*.

choix d'un système, forces nécessaires, frais de transformation, budgets, etc. (1).

Il semble que les travaux aient été un peu ralentis par le manque d'entente des constructeurs sur le système de distribution. La commission a fixé son choix sur le système monophasé. Il est probable que, dans le milieu de l'année prochaine, les commissions diverses auront terminé leur travaux.

*(A suivre.)*

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

### *Nouvelle usine d'électricité de Bâle (Ville).*

Le grand Conseil du canton de Bâle (Ville) vient de voter dans une séance extraordinaire du 12 septembre un crédit spécial de 9 600 000 francs pour la construction d'une usine hydro-électrique sur le Rhin à Augst, en aval de Rheinfelden.

L'installation comportera en réalité deux usines de 25 000 H. P. moyens chacune, l'une devant appartenir à l'usine existante de Rheinfelden, l'autre destinée à alimenter Bâle. Chacune de ces installations comprendra 10 turbines doubles de 16 860-21 200 H. P. La chute varie entre $8^{m},26$ (basses eaux) et $4^{m},45$ (hautes eaux). L'énergie sera distribuée à Bâle, mais une partie est réservée au canton d'Argovie. L'usine doit être mise en service au commencement de 1912.

*
* *

La compagnie Edison de Milan vient de traiter avec les municipalités de Rome, Gênes, Naples et Milan pour la fourniture de l'énergie à haute tension. Dans quelques jours on commencera l'installation à Milan.

*
* *

MM. Gall, de Paris, et Boucher, ingénieur à Lausanne, ont acquis au nom de la Société d'électrochimie la concession d'une chute sur la Drance, audessus du confluent de la Drance de Liddes et de la Drance de Ferrex.

*
* *

Le canton d'Argovie, où les chutes sont concédées à l'industrie privée, constate dans un récent rapport que 566 usines hydrauliques sont en activité sur son territoire. Les taxes dont sont frappées les concessions rapportent à l'État 206 500 francs pour les 34 489 H. P.

*
* *

Un nouveau déchargeur pour lignes électriques vient d'être lancé par MM. Campbell frères, de Traverse City (U. S. A.); il consiste simplement en une rangée d'éclateurs mis en série avec des résistances formées par des crayons de graphite. Ces résistances sont reliées à la ligne à protéger par une barre collectrice, et les autres pôles des éclateurs réliés à la terre au moyen d'une seconde barre. Les résistances en graphites laissent passer les décharges statiques, mais sont trop élevées pour permettre à un arc de s'établir. D'après les constructeurs, un tel déchargeur peut être réglé pour agir à une tension supérieure seulement de quelques pour cent à la tension normale.

(1) Cf. Pr Wyssling. Kraftbedarf für den elektrischen Betrieb der Bahnen in der Schweiz. — Rascher et Meyer éditeurs à Zürich.

## TRACTION

### *Électrification du chemin de fer du Gothard.*

A la fin du mois d'août a eu lieu à Berne une conférence entre des délégués du Conseil fédéral suisse, des chemins de fer fédéraux, du chemin de fer du Gothard et du canton d'Uri pour établir un projet de convention réservant au Gothard les forces hydrauliques nécessaires à l'électrification qui ne peut tarder. On a signé déjà une convention semblable avec le canton du Tessin, et en voici les grandes lignes : Payement d'un prix forfaitaire et payement d'une indemnité annuelle. Pour le Tessin, ces deux sommes étaient respectivement de 300 000 francs et 95 000 francs. Les chiffres de la convention avec le canton d'Uri sont 250 000 francs et 72 000 francs. La durée de la concession accordée par le canton d'Uri serait de 50 ans pour une puissance de 20 à 25 000 H. P., dont 7 000 sont réservés pour l'industrie et l'alimentation du réseau de lumière des communes du canton.

La Confédération a une concession de 30 000 H. P. dans le Tessin. Les forces acquises ainsi par la Confédération lui coûteront annuellement de 100 à 200 000 francs. Il est probable que la Confédération attendra pour se prononcer sur le choix du système de traction, tension, etc., que la Commission fédérale qui étudie actuellement la question de l'électrification des chemins de fer suisses (1) ait terminé ses études et remis des conclusions définitives.

*
* *

Un nouveau chemin de fer électrique de montagne à voie étroite va être construit sur le Gras Glockner (Autriche). Les ingénieurs Redlich et Berger de Vienne ont été chargés par le ministère des Chemins de fer d'établir les plans nécessaires.

*
* *

L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft est en concurrence avec d'autres promoteurs pour l'établissement à Berlin de chemins de fer métropolitains électriques, souterrains et aériens. Elle a envoyé, à ce sujet, au préfet de police un projet complet d'un chemin de fer électrique souterrain entre Gesundbrunnen et Rixdorf, dont la construction est évaluée à 125 millions. Le projet comporte un chemin de fer à grande vitesse constitué dans la plus grande partie de sa longueur, par une ligne souterraine à peu de profondeur, et une ligne aérienne pour le reste du parcours. Il est important de noter que le projet comporte essentiellement l'emploi du sous-sol des mêmes rues qui seront traversées par le chemin de fer aérien déjà projeté de Gesundbrunnen à Rixdorf. La ligne commencerait à la station de Gesundbrunnen, serait souterraine dans les rues Brunnen et Invaliden, traverserait en souterrain la Sprée aux environs du pont Jannowitz, et de là, se dirigerait en traversant le Sud-Est de Berlin à la place Hermann, à Rixdorf, tandis que la ligne aérienne serait prolongée jusqu'à la rue Hermann. Il a été calculé que la ligne souterraine coûterait, dans l'évaluation des 125 millions prévus, trois fois plus que la ligne aérienne. La Compagnie des Chemins de fer électriques aériens et souterrains a informé la Commission municipale qu'elle se propose de lui soumettre un projet de construction d'un réseau urbain de tramways pour Berlin.

*
* *

Le gouvernement japonais a décidé d'améliorer et d'étendre considérablement ses lignes de chemins de fer ; l'évaluation des dépenses est d'environ 375 millions. Cette somme sera employée à l'établissement de 1 328 kilomètres de doubles voies, à l'acquisition de 900 locomotives, 19 000 wagons de marchandises, 1 000 voitures pour voyageurs, à la construction de 30 stations et à l'achat de 5 nouveaux steamers. Les travaux seront terminés pour l'ouverture de l'Exposition en 1912.

*
* *

### *La traction dans le tunnel du Simplon.*

L'on vient de rétablir momentanément la traction par locomotives à vapeur avec appareils fumivores, l'emploi des locomotives électriques triphasées prêtées par le chemin de fer de la Valteline ayant donné lieu à des difficultés. Par suite de leur gabarit excessif, elles se comportent comme de véritables pistons refoulant l'air devant elles, et absorbent ainsi une énergie considérable.

De plus, à cause des condensations provenant des différences de température à l'extérieur et à l'intérieur du tunnel, les isolants se pourrissent, et plusieurs moteurs ont été ainsi mis hors service. Des modifications vont être apportées à l'isolement de ces moteurs, afin de satisfaire aux conditions spéciales de l'exploitation.

*
* *

FRANCE.

*Ariège.* — Est déclaré d'utilité publique, l'établissement d'un réseau de tramways à traction mécanique, destiné au transport des voyageurs et des marchandises et comprenant les lignes suivantes : 1° De Saint-Cirons à Castillon ; 2° De Castillon à Sentein ; 3° D'Oust à Aubes.

(1) Cf. Pr WYSSLING (Schweizerische Bauzeitung, 1906).

*Alpes-Maritimes.* — A l'étude : Projet d'établissement d'une ligne de tramway de Lucérans à Peira-Cava.

*Basses-Pyrénées et Landes.* — La Commission interdépartementale, nommée par les Conseils généraux des deux départements, à l'effet de donner son avis, après étude, au sujet de la construction d'une ligne de tramway de Dax à Bayonne (par Pouillon et Peyrehorade), a émis à l'unanimité un avis favorable.

La ligne projetée aura une longueur de 69 kilomètres dont 64 sur le territoire des Landes et 5 sur le territoire des Basses-Pyrénées.

*Charente-Inférieure.* — Le Conseil général a émis le vœu que la plus grande hâte soit apportée à la construction du réseau de tramways destiné à desservir les communes de Tonnay-Boutonne, Archingeay, Les Nouillers, Bignay, Voissay et Ternant.

*Dordogne.* — Le Conseil général a émis un vœu tendant à ce qu'une ligne de tramway soit établie le plus tôt possible.

Cette ligne relierait Montignac à la Gélie, en passant par Thonoc, Sergeac, Saint-Léon, Le Moustier, Plazac et Rouffignac.

*Eure-et-Loir.* — Enquête d'utilité publique relative à la construction d'une ligne de tramway de Mortagne à La Loupe.

*Finistère.* — Une enquête est ouverte sur le projet de prolongement de la ligne des tramways du Conquet, du Bourg de Saint-Pierre à la porte du Conquet.

*Gironde.* — Le Conseil général a nommé une commission chargée d'étudier un projet de tramway d'Aire à Cazaubon.

*Indre-et-Loire.* — Une proposition a été soumise au Conseil général, tendant à charger une commission spéciale d'examiner dans leur ensemble les divers projets de construction de tramways et de chemins de fer dont les lignes se répartissent comme suit :

1° Tramway de Chinon à Montsoreau.
2° — de Broin-la-Chaussée à Saint-Patrice.
3° Chemin de fer de Savignac Rillé à Noyant.
4° Tramway de Sainte-Maure (gare) à Sainte-Maure (ville).
5° Tramway de Tours à Sainte-Radegonde.
6° — de Tours à Pont-Cher.
7° — d'Azay-le-Rideau à Montbazon.
8° — de Chinon à Sainte-Maure, Ligueil.
9° — Embranchement de Crissay à Saché.
10° — de Cléry à Amboise.
11° — de Montrésor à Montrichard.

*Loire-Inférieure.* — Construction prochaine d'une ligne de tramway d'Ancenis à Erbray, avec raccordement au port fluvial d'Ancenis.

*Tarn-et-Garonne.* — Enquête d'utilité publique relative à l'établissement d'un réseau de tramways à traction mécanique (voyageurs et marchandises), comprenant les 6 lignes ci-après :

1° Caussade et Caylus.
2° Montauban à Lafrançaise et à Molières.
3° Montauban à Monclar.
4° Montauban à Montech et à Verdun.
5° Castelsarrasin à Lavit.
6° Valence au Bourg-de-Visa et à Montaigu.

*Var.* — Enquête d'utilité publique sur l'avant-projet en vue de l'établissement d'une ligne de tramways de la gare du Sud-France à la Croix-Faron, divisée en 3 sections :

1° de la gare Sud-France à la place du Théâtre.
2° de la place du Théâtre à Claret.
3° de Claret à la Croix-Faron.

*
* *

*Nouveau tarif de transport entre les chemins de fer français et néerlandais.* — La Compagnie du Nord, d'accord avec les Administrations belge et néerlan-

daise, a mis en vigueur, *le 1er octobre 1907*, un nouveau tarif international pour le *transport direct des marchandises à grande et à petite vitesse*, de la France vers les Pays-Bas et *vice versa*.

## ÉCLAIRAGE

### *L'éclairage électrique en Portugal.*

Une concession était accordée en 1906 à un ingénieur italien pour l'éclairage électrique des villes de Benguella, Catumbella et Lobito, province d'Angola (Portugal). Le nombre des lampes pour les trois villes était fixé respectivement à 1 000, 300 et 100 pour la première année, le prix de chaque lampe était de 13 500 reis (69 fr. 35), les municipalités se réservant le droit d'augmenter ou de diminuer le nombre des lampes après cette période. Un syndicat anglais vient de prendre la suite de la concession. La force motrice est fournie par la rivière Catumbella distante de six kilomètres environ de la ville du même nom.

La municipalité de la ville de Loanda, qui est éclairée par des lampes à pétrole, est en pourparlers au sujet de l'émission d'un emprunt à Paris pour couvrir les frais de l'installation de l'éclairage électrique. Elle propose de confier la commande à une maison d'électricité de Paris dans le cas où l'emprunt serait accordé. Le projet actuel d'éclairage de la ville existe depuis 1900, époque à laquelle la compagnie du gaz avait interrompu ses services par suite de la hausse du prix du charbon, et du refus de la municipalité de lui accorder une augmentation des prix stipulés dans le cahier des charges.

## ÉLECTROCHIMIE

### *Les propriétés du cuivre.*

Dans les *Annalen der Elektrotechnik* se trouve analysée une étude publiée par M. H. Sexton, sur les diverses propriétés du cuivre :

Les impuretés contenues dans ce métal influent sur sa conductivité électrique et sur sa résistance mécanique à la rupture. Même les traces d'impuretés que les essais chimiques ne mettent point à jour se laissent révéler par la détermination de la résistance électrique.

L'arsenic se rencontre toujours dans le cuivre du commerce ; il importe que sa quantité ne dépasse point 0,05 % ; il durcit le métal et augmente sa résistance à la rupture. Le cuivre destiné à être converti en laiton ne doit pas renfermer la moindre trace d'arsenic.

L'antimoine exerce sur le cuivre des effets bien

plus fâcheux que ceux de l'arsenic ; on le rencontre généralement en de plus petites quantités que ce dernier, probablement parce qu'il s'oxyde facilement.

Le corps étranger qui exerce sur le cuivre l'influence la plus pernicieuse est le bismuth ; dans la proportion de 0,02 %, il rend le cuivre cassant au point qu'il devient alors impossible de le travailler. Même la trace la plus légère de bismuth est nuisible ; heureusement, il ne figure pas d'ordinaire parmi les impuretés du cuivre.

Il est rare que le cuivre affiné contienne du fer ; par contre, il renferme souvent de petites quantités de zinc et d'étain, mais jamais au point que la présence de ces deux derniers métaux devienne préjudiciable.

Le plomb lui non plus ne se trouve jamais dans le cuivre affiné ; toutefois, on en ajoute pour les opérations de laminage.

Le nickel et le cobalt sont assez souvent présents en petites quantités, mais ils n'exercent pas d'effets fâcheux.

Le soufre se trouve complètement éliminé du cuivre qui a été soumis à un affinage convenable ; il tend à rendre le métal cassant.

Le phosphore ne se mélange jamais naturellement au cuivre ; pourtant, certains procédés d'affinage laissent des traces de ce métalloïde.

Le carbone ne se combine jamais avec le cuivre.

L'impureté la plus fréquente est l'oxyde de cuivre. Ce dernier corps, même en petites quantités, rend le métal cassant et l'amène à se cristalliser en gros grains. La quantité moyenne d'oxygène, présente dans le cuivre bien affiné, est inférieure à 0,1 %.

---

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

En s'embarquant le 14 septembre à Liverpool sur le « Virginian » pour le Canada, M. Marconi a annoncé son intention d'y installer en arrivant, un service commercial à bon marché pour les relations entre le Canada et la Grande Bretagne. Le prix des messages commerciaux privés serait de 0 fr. 50 le mot ; le prix des messages de la presse serait de 0 fr. 25 le mot. Les prix sont à l'heure actuelle de 1 fr. 25 et 0 fr. 50 respectivement.

Les messages seront transmis entre Clifton (Irlande) et Glace Bay (Nouvelle Écosse).

Les premières stations établies à Glace Bay et Clifton étant trop petites, on a procédé dernièrement à des transformations et à des agrandissements considérables. Dans quelques temps, la compagnie Marconi pourra ainsi communiquer à travers l'Atlantique et les dernières expériences effectuées pour la transmission des messages de la côte d'Angleterre au Canada ont été tout à fait satisfaisantes.

* * *

Une station de télégraphie sans fil a été établie sur une hauteur à l'ouest de Dieppe : elle est munie d'appareils Artom. On va procéder à des expériences de communications avec Le Havre, et on établira ensuite une autre station à Barfleur.

* * *

Le *Central News* rapporte que, le 27 septembre, le croiseur américain *Pennsylvania*, se trouvant à 1 600 kilomètres de la côte du Pacifique, a pu se mettre en communication avec la ville de Savannah (Georgie) située à l'autre extrémité du continent et distante de 6 400 kilomètres.

Un nouveau fil télégraphique entre Constantinople et le Caire a commencé à fonctionner à partir du 1er septembre. Au moyen de cette ligne il est maintenant possible de télégraphier directement du Caire à Londres via Constantinople et Budapest. Les appareils Hughes sont employés sur la section de Constantinople à Beyrouth, et les appareils Duplex sur celle de Beyrouth au Caire. La construction de la ligne a coûté 400 000 francs, et les travaux ont duré 8 mois. Le prix des télégrammes de l'Égypte à Constantinople a été fixé à 1 fr. 10 le mot.

*
* *

Les autorités militaires allemandes ont l'intention d'effectuer, d'ici le mois de janvier prochain, des expériences de télégraphie sans fil à Metz, à Strasbourg et dans les six principales forteresses de Kœnigsberg, Thorn, Dantzig, Posen, Cologne et Mayence. Des appareils transportables sont déjà installés à Metz et à Strasbourg; l'on établit à l'heure actuelle des postes très puissants dans les quartiers généraux et dans le fort Haeseler. Toute l'installation sera terminée pour le mois de novembre.

*
* *

***Essais de téléphonie sans fil.***

L'on a annoncé récemment que des appareils de téléphonie sans fil allaient être installés à bord de tous les navires de guerre de la flotte américaine du Pacifique.

Voici quelques renseignements sur les appareils essayés sur le *Connecticut* et le *Virginia* :

Ces appareils, exploités par la *Radio telephone Company* de New-York (brevets de Forest), sont placés sur le pont à la disposition de l'officier commandant. Pour produire les oscillations à haute fréquence, l'on emploie l'arc chantant de Poulsen, beaucoup plus simple et moins coûteux que les systèmes utilisant un petit alternateur à très haute fréquence. La fréquence ainsi obtenue est toujours supérieure à 40000, et après de nombreux tâtonnements l'on a réussi à obtenir un arc régulier et non sifflant ; pour modifier l'amplitude de ces oscillations suivant les modulations de la voix, l'on a simplement intercalé le microphone sur le fil de terre, là où le courant est maximum (brevets américains N° 836 015 et 836 072). Comme récepteur, l'audion imaginé par l'auteur(1) a donné les meilleurs résultats au point de vue de la sensibilité et de la fidélité de reproduction des sons ; il est d'ailleurs peu sujet aux variations, et sa capacité électrostatique est plus faible que celle des autres récepteurs.

Le problème de la syntonisation est le même qu'avec la télégraphie sans fil, mais grâce à l'emploi d'ondes entretenues, relativement faibles, l'accord peut être obtenu exactement et l'on peut ainsi se mettre à l'abri de toute perturbation de provenance atmosphérique ou autre. Les premiers essais ont été faits en juillet dernier, sur le lac Erié, entre deux stations, l'une à bord du yacht *Thelma* et l'autre installée à terre à *Put-in-Bay* ; ils ont été extrêmement satisfaisants à tous égards, pour une distance d'environ 7 kilomètres.

Le *Thelma* était muni d'un générateur à 220 volts d'une puissance de 1 H. P. et l'antenne partait de la cabine du pilote jusqu'au mât de misaine. Quant à la prise de terre, elle était constituée par deux plaques de zinc amarrées à la coque. A terre le courant était obtenu par un petit moteur-générateur ; dans les deux stations, l'on employait des jiggers avec

(1) R. de Valbreuze. Nouveau détecteur d'ondes hertziennes système de Forest, *Éclairage Électrique*, tome XLIX, 1er décembre 1906, page 333.

montage à action indirecte par induction. L'un des grands avantages de la téléphonie sans fil sur la radiotélégraphie est la vitesse élevée de transmission 3 à 4 fois plus grande dans le premier cas.

*(Electrical Engineering).*

*
* *

Le Consul américain de Gothenberg annonce que le chef du service téléphonique du Gouvernement suédois vient d'inventer un récepteur miniature, à l'usage des employés de téléphone et surtout aux personnes atteintes d'une légère surdité. Vis-à-vis du diaphragme qui mesure 12 millimètres environ, est vissé un couvercle muni d'un tube que l'on se loge dans l'oreille. L'appareil est maintenu en place au moyen d'un cordon analogue à celui dont on se sert pour les lorgnons ou les lunettes, sans que l'on ait besoin de casque. Grâce à la disposition adoptée, ce récepteur convient aux personnes dures d'oreille qui peuvent ainsi assurer un service téléphonique (1).

## DIVERS

### *Nouvelle matière isolante.*

M. Charles L. Norton, dans un récent brevet, décrit un nouveau procédé pour la fabrication d'une nouvelle matière isolante pour appareils électriques. Un corps tel que la fibre d'amiante est combiné avec de l'hydrate de magnésium et imprégné avec un hydrocarbure tel que l'ozokérite (paraffine naturelle). Il paraît que la combinaison de l'hydroxite de magnésium avec un hydrocarbure rend l'isolant beaucoup plus résistant que les autres procédés. La matière poreuse et réfractaire employée comme base, après avoir été desséchée, est soumise à un vide partiel, puis plongée dans l'hydrocarbure liquide. Après l'avoir séchée, pendant quelques jours, à une température d'environ 80° Centigrade, l'on constate que le produit a acquis une résistivité et une résistance mécanique beaucoup plus grandes et qu'il a perdu ses propriétés hygrométriques ; on peut le polir et le travailler aisément.

*
* *

On commence les préparatifs pour l'Exposition Franco-Anglaise qui se tiendra à Londres pendant 6 mois de l'année 1908. Un grand emplacement sera réservé à l'électricité, et les dispositions prévues pour les installations électriques ont été approuvées par l'Institution of Electrical Engineers dont le président actuel, Dr R. T. Glazebrook, a été nommé président de la Commission d'Électricité.

(1) Le bitéléphone bien connu de M. Mercadier réalise les mêmes avantages que l'appareil dont il est question ici (Absence de casque, et tube auditif pénétrant dans l'oreille).

## LÉGISLATION

### *Nationalisation des chutes d'eaux en Italie* (1).

Les ingénieurs Rumi et Figari ont discuté le nouveau projet de loi relatif aux forces hydrauliques devant l'Association des ingénieurs électriciens italiens. Ils considèrent que le législateur n'a eu que le souci des intérêts de l'État et des communes et nullement celui des résultats économiques généraux d'un aménagement rationnel des chutes.

L'État ne se réserve pas seulement le droit de limiter et contrôler l'octroi de concessions, mais il vérifiera les qualités du concessionnaire. La durée des concessions privées sera limitée à 30 ans, celle des concessions aux entreprises publiques à 50 ans. Après ce délai, les concessions reviendront aux collectivités, communes ou provinces, qui pourront prolonger la durée des concessions si elles le jugent à propos.

Les concessionnaires auront à payer aux communes des contributions spéciales. L'État se réserve en outre le droit de retirer la concession s'il est démontré que, par des moyens quelconques, naturels ou artificiels, une meilleure utilisation des eaux est possible.

La taxe pour les applications mécaniques, etc., sera de 8 lires par cheval-an, mais il serait nécessaire de faire une distinction entre les usines génératrices dont les conditions d'exploitation peuvent être très différentes.

La mise en exploitation des chutes d'eau va réduire considérablement les importations de combustibles et il y aurait lieu de considérer ce fait.

En 1896-97 la puissance hydraulique produite s'est élevée à 89 000 H. P., tandis que la puissance produite par les machines à vapeur atteignait 1 700 000 H. P. La consommation de charbon représentait une

(1) *Eclairage Electrique*, t. LIII, 5 octobre 1907, p. 12.

dépense de 328 millions de lires. En 1905, les puissances étaient respectivement de 288 000 et 3 000 000 H. P. La consommation de charbon a donc augmenté de 50 %, tandis que la puissance hydraulique a triplé.

Suivant les ingénieurs Rumi et Figari, la puissance totale des cours d'eaux italiens qu'il serait possible d'amaginer s'élèverait à 5 000 000 H. P. et représenterait une fortune nationale de cinq milliards de lires.

## BREVETS (1)

379 296, du 5 mars 1907. — FESSENDEN. — Perfectionnements dans la transmission de signaux par ondes électro-magnétiques.

379 333, du 27 mai 1907. — ANKER. — Protecteur pour récepteur téléphonique.

379 384, du 28 juin 1907. — SOCIÉTÉ INTERNATIONALE D'ÉCLAIRAGE PAR LE GAZ D'HUILE. — Résonateur pour signaux sous-marins.

379 348, du 17 juin 1907. — MIETENS. — Perfectionnements aux alternateurs.

379 295, du 4 septembre 1906. — DESGEORGES. — Poire à prise de courant électrique.

(1) Listes communiquées par M. H. JOSSE, ingénieur-conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

379 400, du 29 juin 1907. — EISENSTEIN. — Procédé pour la production d'oscillations électriques.

379 401, du 29 juin 1907. — EISENSTEIN. — Procédé pour la production d'oscillations électriques.

379 305, du 19 avril 1907. — GLOGAU. — Arrangement du filament dans les lampes électriques.

379 342, du 8 juin 1907. — SOCIÉTÉ THE WESTINGHOUSE METAL FILAMENT LAMP CO. — Procédé de traitement des corps incandescents pour lampes électriques.

379 379, du 28 juin 1907. — SOCIÉTÉ DEUTSCHE GASGLUHLICHT ACT-GES. — Procédé de fabrication de corps incandescents.

379 544, du 8 mars 1907. — CABOT. — Système de télégraphie avec et sans fil.

379 743, du 9 juillet 1907. — SOCIÉTÉ MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH CO. — Récepteur.

379 750, du 9 juillet 1907. — SOCIÉTÉ SUB-TARGET GUN CO. — Dispositif pour télégraphie de bord.

379 782, du 17 septembre 1906. — DARMEZIN. — Système de téléphonie sans fil.

379 684, du 6 juillet 1907. — SCHLUZ — Procédé de formation des électrodes.

379 709, du 6 juillet 1907. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES. — Perfectionnements aux inducteurs tournants.

379 710, du 6 juillet 1907. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES. — Perfectionnements aux machines dynamos électriques.

379719, du 8 juillet 1907. — SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST. — Dispositif de commutation.

379739, du 9 juillet 1907. — SOCIÉTÉ ALLGEMEINE ELEKTRICITATS GES. — Procédé de mise en marche d'alternateurs.

379764, du 10 juillet 1907. — BRUNCKEN. — Excitateur régulateur.

379642, du 3 juillet 1907. — FERON. — Modérateur électro-dynamique.

379673, du 5 juillet 1907. — SCOTT. — Perfectionnements dans les moyens de protection pour circuits.

379707, du 6 juillet 1907. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES. — Dispositif de réglage de la tension dans les circuits.

379765, du 10 juillet 1907. — SOCIÉTÉ SIEMENS ET HALSKE AKT-GES. — Transformateur de courant.

379701, du 6 juillet 1907. — COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ. — Bloc de contact.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Statistique du cuivre.* — Les entrées en Angleterre et en France s'élèvent pour le mois de septembre à 25944 tonnes et les livraisons à 28026 tonnes. Les stocks au 31 août atteignaient 14200 tonnes; au 16 septembre 12742 tonnes; au 30 septembre 12138 tonnes. En 1906 le stock à la même époque était de 12483 tonnes et en 1905 de 16304 tonnes.

***

La baisse considérable du prix du cuivre pendant ces derniers mois a été particulièrement favorable à l'Allemagne et a exercé une heureuse influence sur le développement de l'industrie électrique. Avec une production mondiale annuelle de 723000 tonnes, dont les États-Unis fournissent 415000 tonnes, le Mexique 62000, l'Espagne 50000, le Japon 43000, l'Australie 37000, et le Chili 26000, la production de l'Allemagne, 21000 tonnes, est bien faible par rapport à sa consommation. Les États-Unis tiennent le premier rang dans la consommation avec 300000 tonnes, viennent ensuite, l'Allemagne avec 151000 tonnes, l'Angleterre avec 108000 tonnes et la France avec 65000 tonnes. Une grande réduction de prix représente forcément une somme considérable pour les maisons d'électricité, à condition que leurs stocks ne soient pas énormes et qu'elles n'aient pas contracté de marchés à long terme. L' « Allgemeine » de Berlin a employé à elle seule pendant l'année

1905-1906, 16700 tonnes de cuivre dans ses ateliers de câbles, contre 14800 tonnes l'année précédente. Si la même proportion existe pour l'année 1906-1907, la consommation sera d'environ 19000 tonnes, ce qui représentera une économie considérable si le cuivre a été acheté au prix du jour. On peut se faire une idée dans ces conditions du bénéfice réalisé, par les constructeurs allemands et anglais, avec le cours actuel du cuivre comparé à celui d'il y a environ six mois.

COURS DES MÉTAUX (Londres)

| | SAMEDI 5 OCTOBRE | SAMEDI 12 OCTOBRE |
|---|---|---|
| Antimoine. . . . . | 42 à 45 | 43 à 46 |
| Cuivre. . . . . . | 62 7/6 à 62 1/4 | 62 à 61 |
| Étain. . . . . . . | C. 158 f. 154 | C. 148 f. 143,10 |
| Plomb.. . . . . . | 21 | 20 |
| Zinc. . . . . . . | 21 2/6 à 21 7/6 | 21,15 à 22 |

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Tréfileries du Havre (anciens établissements Lazare Weiller).* — Cette société a acquis les usines de la Société des fonderies, laminoirs et tréfileries de Rugles (Eure), qui s'occupe spécialement de la fonderie et du laminage du laiton. A cet effet, le capital des Tréfileries du Havre sera porté de 8 à 10 millions de francs par l'émission, au taux de 150 francs, de 20000 actions nouvelles de 100 francs, dont 8000 réservées aux actionnaires actuels, une nouvelle pour dix anciennes.

*Armstrong, Whitworth et C°.* — Les directeurs ont déclaré pour 1906-1907 un dividende de 10 % par action ordinaire et de 4 % par action privilégiée.

*Balcock et Wilcox.* — Dividende de 2 % par action pour l'action 1906-1907.

*Tramways du Caire.* — Un dividende de 29 francs sera proposé pour l'action de jouissance, qui a touché 22 fr. 50 l'an dernier et 16 francs en 1905.

*Union des Tramways de Bruxelles.* — Une assemblée extraordinaire des actionnaires des tramways de Wittebsk (en connexion avec U. T. B.) est convoquée en raison du chiffre élevé des pertes actuelles qui atteignent plus que la moitié du capital initial. Les pertes depuis 1896 ont été à peu près ininterrompues et atteignaient 601980 francs au dernier exercice. Les créances atteignent aujourd'hui 1707226 francs contre 129845 francs de débiteurs; 82458 francs de marchandises et 8604 francs d'espèces. L'assemblée se prononcera sur la liquidation ou la reconstitution.

## ADJUDICATIONS

### France.

Jusqu'au 20 octobre, M. le président de la chambre de commerce de Dunkerque (Nord) recevra les demandes des constructeurs en vue de l'installation au port de cette ville : 1° de deux grues électriques sur le quai Est de la darse n° 1 des bassins de Freycinet ; — 2° de deux grues hydrauliques sur le quai Sud du bassin de la Marine.

Le 28 octobre, direction des forges, *Paris*, 2, avenue de Saxe, fourniture de 288787 kilogrammes de fer blanc et 2500 kilogrammes d'étain.

Le cahier des charges et les pièces du marché sont déposés dans la salle d'adjudication, avenue de Saxe, 2, ainsi que dans les bureaux des sous-directions des forges du Centre, à Nevers ; de l'Est, à Besançon ; du Midi, à Toulouse ; du Nord, à Mézières, et de l'Ouest, à Rennes.

### Australie.

Le 30 octobre, à M. le deputy postmaster general, à *Sydney*, fourniture de 55 tonnes et demie, fil de cuivre, 62 tonnes, fil de fer, 21000 isolateurs, etc.

### Allemagne.

Le 23 octobre, aux chemins de fer de l'État prussien, à *Cologne*, fourniture de 164000 kilogrammes d'étain et 16800 kilogrammes d'antimoine (35 lots). Conditions moyennant 0,50 mark.

### Belgique.

Prochainement : Municipalité de *Flemalle-Haute* (province de Liège), concession de l'éclairage électrique public et privé.

Le 25 octobre, à 13 h. 1/4, à l'hôtel de ville, à *Bruxelles*, fourniture de câbles et accessoires nécessaires au service de l'électricité ; caut. : 1000 francs ; cahier des charges : 0 fr. 50. Soumissions ledit jour, avant 11 heures.

Le 23 octobre, à la *Bourse de Bruxelles*, fourniture de wagons et fourgons à marchandises nécessaires aux chemins de fer de l'État belge :

Série I : deux lots composés chacun de 23 à 27 wagons fermés de 15 tonnes de grande capacité avec surface de plancher de $21^{m}$,84 et huit vantaux munis du frein à main et de paires de roues montées sur essieux à fusées de 205 × 110 ; — Série II, un lot de 30 à 34 wagons fermés de 15 tonnes de grande capacité munis du frein à vis et de paires de roues id. ; — Série III, trois lots composés chacun de 20 à 24 wagons fermés de 15 tonnes à quatre portes munis du frein à main et de paires de roues id. ; — Série IV, un lot de 30 à 34 id. munis du frein à vis et de paires de roues id. ; — Série V, dix lots composés chacun de 19 à 22 wagons à charbon de 20 tonnes à caisse en bois munis de deux freins à main et de paires de roues montées sur essieux à fusées de 255 × 130 ; — Série VI, quatre lots composés chacun de 17 à 21 id. munis du frein à vis et de paires de roues id. ; — Série VII, un lot de 20 à 25 wagons à charbon de 20 tonnes à caisse en tôle avec longerons emboutis, plaques de garde rapportées, frein à vis et paires de roues id. ; — Série VIII, trois lots composés chacun de 21 à 25 wagons plats de 15 tonnes de $9^{m}$,10 de longueur à haussettes rabattantes munis du frein à main et de paires de roues montées sur essieux à fusées de 205 × 110 ; — Série IX, deux lots composés chacun de 20 à 24 id. de 20 tonnes de 12 mètres de longueur à haussettes rabattantes munis de paires de roues id. de 150 × 80 ; — Série X, un lot de 16 à 18 wagons de 15 tonnes pour le transport de coton et de laine munis du frein à main et paires de roues id. de 205 × 110 ; — Série XI, un lot de 11 à 13 fourgons pour trains de marchandises, avec compartiments pour petits colis, munis de paires de roues id. de 170 × 97 (les paires de roues montées sur essieux seront remises au constructeur par l'administration) ; — Série XII, un lot de 11 à 13 fourgons-freins à châssis en fonte munis de paires de roues de 180 × 120 (id.) ; — Série XIII, un lot de 29 à 33 wagons fermés de 15 tonnes de grande capacité munis du frein à main et de paires de roues id. de 205 × 110 ; — Série XIV, deux lots composés chacun de 16 à 18 wagons de 15 tonnes pour le transport de coton et laine munis du frein à vis et de paires de roues id.

Sauf pour les séries XIII et XIV, les soumissionnaires peuvent également faire des offres comprenant le quadruple du nombre de véhicules inscrits à chacun des lots ci-dessus, suivant spécification ci-après ; toutefois, une soumission déposée pour un lot de l'une des séries I à XII n'est valable que pour autant que le soumissionnaire ait présenté en même temps une offre pour le lot correspondant de l'une des séries I à XII.

Série $I^{4}$, deux lots composés chacun de 92 à 108 wagons fermés de 15 tonnes de grande capacité avec surface de plancher de $21^{m}$,84 et huit vantaux, munis du frein à main et de paires de roues montées sur essieux à fusées de 205 × 110 ; — Série $II^{4}$, un lot de 120 à 136 wagons fermés de 15 tonnes de grande capacité, munis du frein à vis et de paires de roues id. ; — Série $III^{4}$, trois lots composés chacun de 80 à 96 wagons fermés de 15 tonnes à quatre portes, munis du frein à main et de paires de roues id. ; — Série $IV^{4}$, un lot de 120 à 136 id., munis du frein à vis et de paires de roues id. ; — Série $V^{4}$, deux lots composés chacun de 76 à 88 wagons à charbon de 20 tonnes à caisse en bois, munis de 2 freins à main et de paires de roues montées sur essieux à fusées de 255 × 130 ; — Série $VI^{4}$, quatre lots composés chacun de 68 à 84 id., munis du frein à vis et paires de roues id. ; — Série VII4, un lot de 80 à 100 wagons à charbon de 20 tonnes à caisse en tôle avec longerons emboutis, plaques de garde rapportées, frein à vis et paires de roues id. ; — Série VIII4, trois lots composés de 84 à 100 wagons plats de 15 tonnes de $9^{m}$,10 de longueur à haussettes rabattantes munis du frein à main et de paires de roues montées sur essieux à fusées de 205 × 110 ; — Série IX4, deux lots composés chacun de 80 à 96 id. de 20 tonnes de 12 mètres de longueur à haussettes rabattantes munis de paires de roues montées sur essieux à fusées de 150 × 80 ; — Série X4, un lot de 64 à 72 wagons de 15 tonnes pour le transport de coton et laine munis du frein à main et de paires de roues id. de 205 × 110 ; — Série XI4, un lot de 44 à 52 fourgons pour trains de marchandises avec compartiment pour petits colis munis de paires de roues id. 170 × 97 (les paires de roues montées sur essieux seront remises au constructeur par l'administration) ; — Série XII4, un lot de 44 à 52 fourgons-freins à châssis en fonte munis de paires de roues id. de 180 × 120 (id.).

Tome LIII. Samedi 26 Octobre 1907. 14e Année. — N° 43.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

## L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

### *Moteurs à Gaz.*

L'Ingénieur von Hondorff a donné récemment à Pfalz-Sarrebruck une conférence d'où nous extrayons les renseignements suivants. Le succès des moteurs à gaz pauvre de grande puissance date de l'introduction du double effet. L'exécution d'un piston et d'une bielle à refroidissement qui l'a aussi déterminé en partie, ne présente plus aujourd'hui aucune difficulté. Les machines à deux temps, genre Körting, commandant des ventilateurs, pompes, compresseurs, etc. donnent une grande sécurité de marche, et par suite de la disposition des appareils de distribution, une variation du nombre de tours et des changements de pression dans les conduites d'admission n'ont aucune influence sur la marche de la machine.

Par contre, dans la machine à 4 temps, le mélange exact est obtenu en interposant des organes modérateurs dans les canaux d'amenée de gaz et d'air.

La machine à deux temps à double effet possède un seul cylindre, deux soupapes d'admission et deux pompes de charge.

La machine à 4 temps à double effet a un cylindre également, 2 soupapes d'échappement, 2 d'admission et le plus souvent 2 soupapes particulières pour régler l'entrée des gaz.

Les pompes de charge donnent une sécurité de marche plus grande que les soupapes d'échappement. Les inquiétudes qui s'étaient manifestées au sujet de la longueur du piston étaient sans fondement ; on a obtenu au contraire un graissage plus efficace et plus facile. Ces avantages sont cependant diminués par de graves inconvénients : le travail de charge est plus grand que la succion des machines à 4 temps ; pour la commande des machines électriques le nombre de tours que l'on peut atteindre est insuffisant. La machine à 4 temps laisse aussi à désirer en ce qui concerne son réglage.

Une diminution du travail de charge et une amélioration du réglage ont été obtenues dans la machine à deux temps et double effet de Pokorny et Wittckind.

Les moyens employés consistent en ceci :

1° le temps de charge a été prolongé ;

2° le gaz est aspiré par un injecteur à air.

Le premier point s'obtient en hâtant l'échappement et en allongeant les orifices d'émission. La perte de travail qui en résulte est encore plus petite que celle qui se produit dans les machines à 4 temps par la levée de l'organe d'échappement.

On peut voir d'après les diagrammes que l'on peut déjà faire commencer l'échappement quand l'angle de la manivelle est de 60° avant le point mort.

De cette façon, pour l'introduction d'air et de mélange de gaz on dispose du temps d'une rotation de 90° de la manivelle, tandis qu'aux machines Körting cette rotation est de 75°. Par une construction particulière des orifices d'échappement, on peut éviter que cette rotation soit trop prolongée.

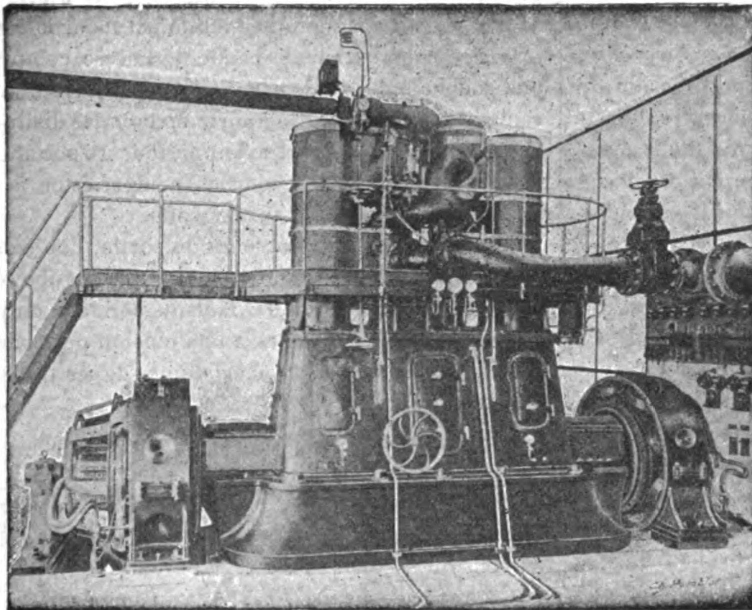
Simultanément, on améliore le refroidissement et on diminue le bruit que fait l'échappement.

# MACHINES BELLEVILLE

## A GRANDE VITESSE

## avec Graissage continu à haute pression

### par Pompe oscillante sans Clapets



Machine à triple expansion, de 500 chevaux, actionnant directement deux dynamos



**BREVET D'INVENTION S. G. D. G. DU 14 JANVIER 1897**

**TYPES de 10 à 5000 CHEVAUX**



## SPÉCIMENS D'APPLICATIONS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ministère de la Marine.** | | | | |
| Pour le contre-torpilleur " Pierrier " | 2 | machines | 6 800 | chevaux |
| Pour les torpilleurs 368 et 369 | 2 | — | 4 000 | — |
| Pour le cuirassé " République " (groupes électrogènes de bord) | 4 | — | 600 | — |
| Pour la Station de chargement de sous-marins de la baie Ponty (Bizerte) | 3 | — | 600 | — |
| Companhias Reunidas Gaz e Electricidade, Lisbonne | 6 | — | 5 000 | — |
| Compagnie Générale pour l'Éclairage et le Chauffage, Bruxelles (pour les Stations électriques de Valenciennes, de Catane et de Cambrai) | 7 | — | 2 336 | — |
| Arsenal de Toulon | 5 | — | 1 660 | — |
| Arsenal de Bizerte (Station Electrique de Sidi-Abdallah) | 6 | — | 1 350 | — |
| Société d'Électricité Alioth, pour la Station de Valladolid (Espagne) | 1 | — | 1 200 | — |
| — pour la Station de Nimes | 2 | — | 1 300 | — |
| Compagnie des Mines d'Aniche | 14 | — | 1 152 | — |
| Port de Cherbourg | 3 | — | 836 | — |
| Fonderie Nationale de Ruelle | 2 | — | 800 | — |
| Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité (Orléans) | 1 | — | 750 | — |
| Compagnie Française Thomson-Houston, Paris (pour ses usines d'Alger, d'Arles, de Vitry-sur-Seine, de Tunis et de Marseille) | 6 | — | 658 | — |
| Société Anonyme des Mines d'Albi | 2 | — | 600 | — |
| Société Normande de Gaz, d'Électricité et d'Eau | 5 | — | 580 | — |
| Etc., etc. | | | | |

*Les installations réalisées jusqu'à ce jour comportent plus de* **400** *Machines à grande vitesse et près de* **3 000** *Machines à vapeur diverses*

**ÉTUDE GRATUITE DES PROJETS & DEVIS D'INSTALLATION**

# Sté Ame des Établissements DELAUNAY BELLEVILLE

**Capital : SIX MILLIONS de Francs**

**ATELIERS & CHANTIERS DE L'ERMITAGE, à SAINT-DENIS (Seine)**

**Adresse télégraphique : BELLEVILLE, Saint-Denis-sur-Seine.**

Quant au second moyen indiqué plus haut, des essais ont montré qu'une compression de l'air fourni par la pompe à air de 0,2 à 0,7 atm. — comme cela se produit aux machines Körting — suffit pour aspirer la quantité de gaz qui est au moins double de la quantité d'air aspirée simultanément. Si le gaz est introduit avec une surpression moindre d'environ 100 millimètres d'eau, le rapport du mélange peut s'élever de 1 à 3.

D'après ce principe, on a construit une machine à double effet de 200 H. P. avec pompe à air mais sans pompe à gaz.

Le gaz générateur de 1 100 cal. par mètre cube fut introduit dans la machine avec une pression de 200 millimètres d'eau. Le travail de charge s'élevait à pleine charge et 124 tours-min. à 7 % de la puissance brute ; le diagramme de la pompe à air accusait une pression moyenne de 0,45 atm. La machine fut vendue à la Concordiahütte A. G. et servit à la commande d'une dynamo à courant continu. Le gaz du haut fourneau avait environ 800 calories par mètre cube. La puissance ne put dépasser 160 H. P. parce qu'on ne parvenait pas à aspirer la quantité de gaz suffisante par suite de sa faible valeur calorifique, de la résistance considérable de la conduite d'échappement, et de variations très fortes qui se produisaient dans l'arrivée des gaz. Pour élever la pression des gaz dans la conduite d'aspiration, on construisit une pompe qui comprimait le gaz d'environ 0,1 atm. Cette pompe était très simple et ne possédait ni organe d'aspiration ni organe d'émission. Il n'y eut aucune augmentation du travail de charge parce que la pression de l'air nécessitée pour l'injecteur pouvait être diminuée d'une façon correspondante, de sorte que la dépense de travail n'excédât pas 7 % de la puissance brute.

Le réglage est obtenu lorsqu'il s'agit de ventilateurs par l'action d'une valve modératrice commandée par le régulateur et qui modifie l'admission de la pompe à gaz. Pour la commande des machines électriques, le réglage est obtenu par un levier commandé qui soulève plus tôt ou plus tard, suivant l'action du régulateur, la soupape de la distribution de gaz.

Pour les machines à 2 temps de puissances élevées jusqu'à 1 200 H. P. commandant des alternateurs triphasés, la masse d'inertie est très grande et la dynamo très coûteuse. Les machines à 4 temps sont beaucoup mieux adaptées à cette application.

* * *

### *Transformateurs à 300 000 volts.*

La General Electric Company vient de construire deux transformateurs à 300 000 volts pour essais. Ils sont à circuit magnétique simple, et l'enroulement primaire composé d'une bande de cuivre comprend une couche bobinée directement sur le noyau. L'enroulement secondaire comporte 50 bobines distinctes enroulées séparément et ayant en tout 16 000 spires. L'isolement entre les couches peut résister à une tension permanente de 10 000 volts.

Pour isoler les conducteurs de sortie, l'on se sert de cylindres creux remplis d'huile, qui ont donné de meilleurs résultats que des isolants solides ; on peut soumettre ces isolateurs à une tension permanente de 500 000 volts. Les caractéristiques de ces transformateurs sont :

| | |
|---|---|
| Fréquence. . . . . . . . . . | 50 périodes |
| Puissance normale . . . . . | 300 K. W. |
| Tension primaire. . . . . . | 2300-4600 volts. |
| Courant primaire . . . . . . | 65 ampères. |
| Tension secondaire. . . . . | 300 000 volts. |
| Courant secondaire. . . . . | 1 ampère. |
| Rendement à pleine charge. | 97,4 %. |

## TRACTION

### *Ligne électrique aérienne sur le mont Blanc.*

M. Faldmann, l'auteur du projet de la ligne aérienne sur le mont Watterhorn actuellement en construction, a proposé de construire une ligne du même genre sur le mont Blanc.

La première partie de la ligne, de Chamounix à la

mer de glace de Bosson, serait à crémaillère, la seconde partie, qui se terminerait au sommet de l'Aiguille du Midi, serait aérienne ; les voitures seraient remorquées par un câble actionné par des moteurs électriques et supportées par deux autres câbles fixes. Les deux câbles de suspension auraient un diamètre de 44 millimètres et une résistance totale à la rupture correspondant au poids de 300 tonnes. L'effort produit par une voiture contenant 20 voyageurs est de 50 tonnes ; dans le cas de rupture d'un câble, on aurait cependant un coefficient de sécurité de 3 avec l'autre câble restant.

Les dépenses totales d'établissement de cette ligne seraient de 4 millions.

*
* *

### *Les nouvelles locomotives électriques du Simplon.*

Afin de pouvoir rendre les locomotives prêtées par le chemin de fer de la Valteline, la Société Brown, Boveri et Cie vient de mettre en construction deux locomotives d'un nouveau type, dont la première vient d'entrer en service.

Les nouvelles locomotives n'ont que 4 essieux, au lieu de 5 comme les précédentes[1] (celles-ci avaient 3 essieux moteurs). Tous les essieux sont accouplés ensemble, de manière à utiliser pour l'adhérence tout le poids de la locomotive qui s'élève à 67 tonnes. Chaque locomotive possède 2 moteurs de 650 H. P. commandant les roues motrices d'un diamètre de $1^{m},25$ au moyen de manivelles et bielles.

L'on peut obtenir 4 vitesses depuis 28 jusqu'à 74 kilomètres à l'heure par changement du nombre de pôles.

Les rotors sont en cage d'écureuil (le grand nombre de vitesses réalisées eut probablement nécessité un trop grand nombre de bagues avec des rotors bobinés) ; des transformateurs triphasés à secondaire variable permettent de démarrer en abaissant la tension.

[1] Voir l'*Eclairage Electrique* du 6 octobre 1906, tome XLIX, page 13.

Enfin, la prise de courant est effectué au moyen d'un double archet système Brown Boveri qui a donné toute satisfaction dans les machines précédentes.

*
* *

### *La traction dans le tunnel du Simplon.*

Dans le numéro du 19 octobre 1907, page 38, se trouve reproduite une note relative à la traction électrique dans le tunnel du Simplon, d'après l'*Engineering* du 27 septembre 1907. Dans le numéro du 11 octobre du même journal est publiée une lettre de MM. Brown Boveri et Cie, les célèbres constructeurs de Baden, qui démentent la précédente information.

En premier lieu, il serait impossible d'assurer le service dans le tunnel du Simplon au moyen de locomotives à vapeur, et la traction électrique est non seulement le meilleur procédé, mais le seul praticable. Dès que le second tunnel sera ouvert, il será exploité électriquement comme le premier [1]. Quant à la prétendue diminution de vitesse, elle n'existe pas, mais au contraire, les trains ont toujours circulé suivant la vitesse fixée par les chemins de fer fédéraux, bien que le poids des trains dépasse souvent de 50 % le poids stipulé par les marchés.

Enfin, la remarque au sujet de la destruction des isolants par l'eau condensée était exacte il y a six mois, au début de l'exploitation, les locomotives n'ayant pas été prévues pour ce service, mais depuis, des dispositions convenables ont été prises, et l'on n'a constaté aucune avarie.

*
* *

### *Traction électrique en Russie.*

On construit actuellement deux tramways électriques ; l'un traversant directement le centre de St-Pétersbourg, des places de Kagar à Orarienbaum

[1] Voir notre information ci-dessus.
Le nouveau type de locomotive décrit dans cette note est sans doute destiné à ce service.

par Péterlsof; l'autre prenant la direction du chede fer de Finlande.

Pour ce dernier on utilisera la force motrice fournie par les chutes d'eau situées le long des fleuves finlandais Kulini et Voska.

La rapidité de la traction entre les deux capitales russes sera sensiblement augmentée du fait de la transformation des voies.

Le type léger actuel sera remplacé sur toutes les voies par des rails de modèle plus robuste ; de ce fait la vitesse des trains sera portée à 90 kilomètres et le voyage de St-Pétersbourg à Moscou sera réduit à 8 heures.

***

***La ligne électrique la plus élevée en Allemagne.***

Une nouvelle ligne électrique reliant Münster à Schlucht (Alsace) vient d'être mise en exploitation.

La ligne d'une longueur de 10 kil., 8 parcourt longitudinalement la vallée alsacienne de Münster ; elle est construite selon le système Strub à simple adhérence et à crémaillère. Les pentes maxima de la ligne, qui est à voie étroite, sont de $\frac{55}{1000}$ pour le parcours à simple adhérence et de $\frac{220}{1000}$ pour le parcours à crémaillère.

L'énergie électrique est fournie par une station centrale située à Münster, qui distribue aussi à la région la force et la lumière. Le courant triphasé à 7000 volts est amené à une station de transformation qui contient deux groupes de commutateurs rotatifs qui transforment le courant triphasé en courant continu pour la distribution. Cette centrale possède aussi une batterie d'accumulateurs de 390 éléments.

Les voitures sont équipées avec deux moteurs pour le parcours à simple adhérence, et deux autres pour le parcours à crémaillère. Une disposition spéciale brevetée par Strub permet de faire travailler ensemble les 4 moteurs sur les engrenages de la partie à crémaillère, et de plus les voitures passent sans arrêt de la partie à simple adhérence à celle à crémaillère.

Cette nouvelle ligne a son point terminus à la frontière franco-allemande, à une altitude de 1321 mètres au-dessus du niveau de la mer, et là se joint à la ligne Schlucht-Gerardmer, sur le territoire français, qui fonctionne depuis deux ans environ.

La construction de la ligne Schlucht-Münster a été effectuée par la société Alioth, cette maison a aussi fourni tout le matériel électrique.

Les frais d'établissement de cette ligne, actuellement la plus élevée de toute l'Allemagne, ont été de 1696000 francs.

*
* *

FRANCE.

*Ille-et-Vilaine.* — Le ministre des Travaux publics vient d'autoriser la mise en exploitation complète et immédiate de la partie de la ligne à voie étroite et unique de Saint-Méen à Loudéac et à Carhaix, comprise entre Saint-Lubin-le-Vaublanc et Saint-Méen, avec prolongement jusqu'à la Brohinière, sur une longueur de 41km,432.

ALLEMAGNE.

D'après la *Gazette de Francfort*, les commandes de rails, de traverses, éclisses, etc., des chemins de fer de l'État de Prusse représenteraient un chiffre de 300 millions de marks, et la livraison, répartie sur les trois années 1908, 1909, 1910, constituerait un tiers environ de la capacité de production des usines intéressées. Les prix, sans atteindre le niveau élevé des cotations actuelles, assureraient néanmoins aux dites usines une très bonne marge. On annonce, de plus, que le ministre des chemins de fer aurait demandé la prompte livraison de 500 000 tonnes du dit matériel, ce qui occupera les ateliers en question d'une manière extrêmement intense pour de longs mois.

PAYS-BAS.

Le *Nieuwe Rotterdamsche Courant* relate un projet de construction de tramway de Staadtskanaal Ter Appel à la frontière allemande à Valthermond.

D'autre part, le journal *De Telegraaf* annonce qu'il est question de construire un tramway entre Gouda et Leyde. Cette ligne aurait environ 25 kilomètres.

D'après le même journal, les négociations poursuivies avec le Gouvernement pour la construction d'un tramway à vapeur allant de Maestricht à Montenaken, ont heureusement abouti. On commencera prochainement les travaux.

AUSTRALIE.

La Commission parlementaire des Travaux Publics de la Nouvelle-Galles de Sud vient de déposer son rapport sur la construction d'un tramway électrique de Drummoyne (faubourg de Sydney) à Hatton's Flat-Ryde.

La voie aurait une longueur d'environ 6 kilomètres; le coût estimatif de l'entreprise est évalué à 991 725 francs, soit 589 225 francs pour la voie permanente et les travaux, 237 500 francs pour la force motrice et 165 000 francs pour le matériel roulant.

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Le gouvernement allemand vient de faire construire une station de télégraphie sans fil à Tsingtau (Chine). Le système employé est celui de la « Telefunken » (Slaby-Arco), avec antenne à un mât et contre poids ; la portée est d'environ 180 kilomètres. La station est la propriété du Gouvernement de Kiaochow et ne communique jusqu'à présent qu'avec les bâtiments de la marine allemande ; un service public sera établi ultérieurement sur des bases non encore déterminées.

*
* *

Les deux principales villes d'Australie, Melbourne et Sydney, sont maintenant reliées par téléphone. La ligne a près de 1 000 kilomètres de longueur ; elle est composée de deux fils de cuivre très forts ; le prix de l'installation a été de 1 135 990 francs, et l'établissement a duré 4 mois. Le prix des conversations est de 7 fr. 50 pour 3 minutes.

## DIVERS

### *Service postal en Italie.*

Le gouvernement italien aurait l'intention d'établir un service postal par tubes au moyen de l'électricité dans les villes de Naples, Milan et Rome. Le système proposé est dû au baron Piscicelli-Taeggi et permettrait une grande rapidité de transmission. Il comprend un ensemble de sous-stations réunies à une station centrale, communiquant elle-même avec les gares. Si l'application de ce système donne entière satisfaction, il sera peut-être appliqué pour un service entre les principales villes de l'Italie. L'on estime que la durée du trajet entre Naples et Rome serait réduite à 2 heures au lieu de 5.

* * *

### *Prix de l'aluminium.*

La baisse marquée du prix de l'aluminium de 3 fr. 75 à 2 fr. 50 est confirmée et paraissait être prévue par les Compagnies d'aluminium. Quelques-unes pourtant cherchent, semble-t-il, à résister à la baisse.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

COURS DES MÉTAUX (Londres).

| | SAMEDI 12 OCTOBRE | SAMEDI 19 OCTOBRE |
|---|---|---|
| Antimoine. . . . | 43 à 46 | 40 à 44 |
| Cuivre. . . . . | 62 à 61 | 57,10 à 56,5 |
| Étain. . . . . . | 148 à 143,10 | 145,10 à 142,15 |
| Plomb. . . . . | 20,10 à 20,15 | 19,5 à 19,12/6 |
| Zinc. . . . . . | 21,15 à 22 | 21,15 à 22,12/6 |



## NOUVELLES SOCIÉTÉS

FRANCE.

*Société anonyme « La Canalisation électrique » (anciens établissements G. et H.-B. de la Mathe).* — Durée : 99 ans. — Capital : 4 millions. — Siège social : 1, rue des Usines, Saint-Maurice (Seine).

*Société des Eaux et Électricité de Miribel, Rillieux, Sathonay et environs.* — Durée : 50 ans. — Capital : 350000 francs. — Siège social : Miribel (Aisne).

*Société en nom collectif F. Lepaisant et Gras.* — Appareils d'éclairage électrique. — Durée : 10 ans. — Capital : 179163 fr. 94. — Siège social : 118, rue Saint-Georges. Paris.

*Société en commandite Schiffers, Brice et Cie.* — Appareils pour l'éclairage par le gaz et l'électricité. — Durée : 12 ans. — Capital : 105000 francs. — Siège social : 191, rue Lafayette. Paris.

*Société en commandite Sabatier et Cie « L'Électricité Économique ».* — Durée : 20 ans. — Capital : 100000 francs. — Siège social : 42, rue Falguière. Paris.

*Société en nom collectif Renouard et Postel.* — Constructions électriques. — Durée : 15 ans. — Capital : 30000 francs. — Siège social : 4 *bis*, rue Saint-Omer. Lille.

*Société en nom collectif Mortier et Bultingaire.* — Balais pour dynamos. — Durée : 10 ans. — Capital : 22000 francs. — Siège social : 81, boulevard Richard-Lenoir. Paris.

*Société en commandite J. M. Benneray et Cie.* — Fournitures pour l'électricité. — Durée : 5 ans. — Capital : 20000 francs. — Siège social : 16, rue Platrière. Lyon.

*Société en nom collectif F. Lepaisant et Gras.* — Fournitures pour l'électricité. — Durée : 3 ans. — Capital : 15000 francs. — Siège social : 91, rue Jacquemars-Giélée. Lille.

Belgique.

*Compagnie des distributions électriques. Bruxelles.* — Durée : 30 ans. — Constituée le 9 septembre 1907. — Capital : 120000 francs, en 240 actions de capital de 500 francs, outre 240 actions de dividende sans mention de valeur, dont 224 des premières souscrites et libérées de 25 % et le reste remis pour apports.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Thomson-Houston. Paris.* — Bulletin juillet-août 1907. — Appareils accessoires des équipements de tramways.

*Lidgervood Manufacturing. C.-J. New-York.* — Coaling in a seaway.

*Société Française des Pompes Worthington. Paris.* — Catalogue général des Pompes, machines élévatoires, condenseurs et compteurs.

Pompes, turbines et centrifuges.

Compresseurs d'air.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Société Lorraine des anciens établissements de Dietrich.* — Par suite de la crise actuelle de l'industrie automobile en France, crise due à l'extension extrême des ateliers de constructions, à la surproduction correspondante, et surtout à la concurrence étrangère, qui en Italie particulièrement, est devenue cette année-ci excessivement redoutable, cette société a perdu depuis le mois d'août 115 francs sur ses actions. Les anciens établissements de Dietrich dont le principal objet est la construction du matériel de chemins de fer ont réalisé l'année dernière un bénéfice de 2037418 francs ; pour l'exercice clos le 30 septembre dernier, les bénéfices seront, paraît-il, supérieurs à ceux de l'exercice précédent, malgré la baisse dont nous parlons plus haut, et le dividende ne serait pas inférieur à 50 francs.

*Société Française des automobiles Brasier. Paris.* — La Société se trouverait dans une situation financière assez difficile et ne pourrait être sauvée que par d'importants apports nouveaux que l'on s'efforçait de chercher récemment dans les cercles genevois avec l'appui de capitalistes français. On se proposerait d'établir la Société sur une nouvelle base avec un capital actions de 10 à 11 millions, de sorte que 3 millions et demi puissent être mis à la disposition de l'affaire. Les actions qui valaient, en août 1906, 351 francs étaient à 80 francs au 19 septembre.

*Aciéries de la Marine et d'Homécourt.* — Voici les bilans au 30 juin des trois derniers exercices :

| | 1907 | 1906 | 1905 |
|---|---|---|---|
| **ACTIF** | | | |
| Immobilisé . . . . . . fr. | 30 182 808 | 30 652 354 | 29 516 596 |
| Réalisable : magasins. . . . | 27 927 897 | 22 433 468 | 19 399 627 |
| Disponible : caisse et débiteurs. | 27 764 393 | 26 273 185 | 29 526 234 |
| Totaux. . . fr. | 85 875 098 | 79 359 007 | 78 442 457 |
| **PASSIF** | | | |
| Envers la société : capital. fr. | 28 000 000 | 28 000 000 | 28 000 000 |
| — réserves . . | 7 962 801 | 7 063 125 | 6 826 039 |
| Envers les tiers : obligations. . | 24 000 000 | 24 000 000 | 24 000 000 |
| — créditeurs. . | 18 373 484 | 13 124 191 | 13 285 603 |
| Bénéfices. . . . . . . . . | 7 758 803 | 7 171 691 | 6 330 815 |
| Totaux. . . fr. | 85 875 098 | 79 359 007 | 78 442 457 |
| Dividendes. . . . . . fr. | 55 | 50 | 50 |

Le bénéfice est établi après déduction de l'amortissement minimum statutaire, qui est du cinquième

des travaux neufs exécutés durant l'exercice ; mais les quatre autres cinquièmes seront couverts par un second prélèvement fait sur le solde bénéficiaire. Les travaux neufs ont absorbé 4498381 francs en 1906-07, 2755290 francs en 1905-06, 3248929 francs en 1904-05.

*Fonderies et Aciéries de Saint-Étienne.* — Il a été réalisé pendant le dernier exercice un bénéfice de 1136557 francs, en augmentation de 152193 francs, auquel vient s'ajouter le report de l'année dernière, ce qui forme au total 1156794 francs. Le dividende est fixé à 65 francs par titre (égal au précédent), ce qui absorbe 520000 francs et 501237 francs sont portés en amortissement de travaux neufs et achats de terrains.

*Hauts Fourneaux de Chasse.* — Le bénéfice s'est élevé à 441731 francs, permettant la distribution, comme l'an dernier, d'un dividende de 60 francs par action.

*Énergie électrique du littoral méditerranéen.* — Nous donnons ci-dessous le compte général d'exploitation donné par le Conseil d'administration dans sa séance du 28 mai :

COMPTE GÉNÉRAL D'EXPLOITATION

du 1er janvier au 31 décembre 1906.

| | |
|---|---|
| Frais d'administration et d'exploitation. | 641 978fr,63 |
| Balance à compte de profits et pertes. | 930 612 57 |
| Total. . . . . | 1 572 591fr,20 |
| Recettes de l'exploitation. . . . . | 1 572 591fr,20 |
| Total. . . . . | 1 572 591fr,20 |

COMPTES DE PROFITS ET PERTES

| | |
|---|---|
| Solde du compte, intérêts et divers. . | 27 273fr,86 |
| Provision pour amortissements. . . | 50 000 » |
| Balance. . . . . . . . . . . . | 1 061 369 18 |
| Total. . . . . | 1 138 643fr,04 |
| Report de l'exercice 1905. . . . . | 208 030fr,47 |
| Solde du compte général d'exploitation. | 930 612 57 |
| Total. . . . . | 1 138 643fr,04 |

Les bénéfices pour cet exercice sont de 930612 fr. 57, en augmentation de 162045 fr. 19 sur l'année 1905. Il a été prélevé sur cette somme : 27273 fr. 86 pour le compte intérêts et divers et 50000 francs comme provision pour les amortissements. Le solde est donc de 853338 fr. 71 qui, ajoutés au report de l'exercice précédent : 208030 fr. 47, forment un total de 1061369 fr. 18. Cette somme a été répartie comme suit :

| | | |
|---|---|---|
| 1° 5 % des bénéfices de l'exercice à la réserve légale. . . | 42 666fr,93 | |
| 2° Fonds d'amortissement du capital. . . . . . . . . | 43 000 » | |
| 3° Dividende de 4 % : | | |
| Soit 20 fr. par action sur 32 000 actions anciennes. | 640 000 » | |
| Et 3fr,63 par action sur 32 000 actions nouvelles libérées du premier quart, émises le 11 avril 1906. . | 116 160 » | |
| | | 841 826fr,93 |
| Report à nouveau. . . . . | | 219 542 25 |
| Total. . . . . . | | 1 061 369fr,18 |

*Aciéries de Micheville.* — La répartition suivante a été proposée à l'assemblée du 21 courant : au fonds d'amortissements, 3246885 francs ; dividende de 55

francs et tantièmes, 2 019 725 francs ; à la réserve, 181 263 francs ; des amortissements auraient été pratiqués avant bilan.

*Aciéries de France.* — Le dividende proposé pour 1906-1907 est de 20 francs par action, contre 15 francs pour l'exercice précédent.

*Compagnie électrique de la Loire, à Saint-Étienne.* — Dividende proposé : 22 fr. 50 par action.

*Tréfileries du Havre (anciens établissements Lazare-Weiller).* — Le Conseil d'administration se serait arrêté au chiffre de 10 francs comme dividende de l'exercice écoulé, au lieu de 9 francs primitivement décidé.

*Westinghouse Electric and Manufacturing C°.* — Cette Société vient de conclure avec la Société Générale de Paris un accord pour l'émission de 40 000 obligations de 500 francs, 5 % amortissables en dix ans. Ces 20 millions de francs sont destinés à l'électrification des tramways de Saint-Pétersbourg et à renforcer le fonds de roulement de la Société.

*Trust des sociétés de dynamite.* — La *Cote européenne* annonce qu'une entente s'est établie entre les Sociétés de dynamite françaises, comprenant la Société centrale, la Société générale de dynamite et la Société d'explosifs et de produits chimiques. Cette entente s'étendra également aux fabriques allemandes.

*Compagnie Française des Métaux.* — Le dividende vient d'être, cette année, porté de 27 fr. 50 à 30 francs. Le conseil d'administration, en présence des résultats de l'exercice, a décidé d'amortir complètement les deux chapitres du bilan représentant les frais d'émission et la prime de remboursement des obligations.

*Ateliers de Willebroeck.* — Ci-dessous les trois derniers bilans au 30 juin :

| ACTIF | | 1907 | 1906 | 1905 |
|---|---|---|---|---|
| Immobilisé | fr. | 912 184 | 914 551 | 1 053 402 |
| Réalisable : magasins | | 590 777 | 348 939 | 422 540 |
| — débiteurs | | 1 530 965 | 1 195 901 | 851 153 |
| Disponible : caisse et portefeuille | | 70 404 | 154 099 | 225 419 |
| Totaux | fr. | 3 104 330 | 2 613 490 | 2 552 514 |
| **PASSIF** | | | | |
| Envers la société : capital | fr. | 963 000 | 963 000 | 963 000 |
| — réserves | | 37 060 | 37 060 | 37 060 |
| Envers les tiers : obligations | | 626 500 | 644 000 | 679 500 |
| — créditeurs | | 1 405 230 | 881 384 | 802 156 |
| Bénéfices | | 72 540 | 88 046 | 70 858 |
| Totaux | fr. | 3 104 330 | 2 613 490 | 2 552 514 |
| Dividende | | » | » | « |

La production de l'exercice écoulé a été de 5563 tonnes ; elle n'a laissé que 72540 francs de bénéfices qui ont été appliqués aux amortissements. La société a deux raisons de conserver ses revenus : soigner sa situation financière et faire disparaître les traces de son intervention dans l'affaire de Riazan ; cette participation figure encore dans les livres pour 105000 francs qu'il faudra sans doute entièrement passer par profits et pertes.

*Compagnie générale des aciers.* — Le premier exercice social, comportant la période allant de la constitution (août 1905) au 30 juin 1907, avec l'usine mise en marche en avril 1906, a procuré un bénéfice de 436271 francs ; 72854 francs vont aux amortissements, 205795 francs au fonds de prévision, 18171 francs à la réserve ; les impôts absorbent 11029 francs, les tantièmes 28422 francs et le dividende de 10 % 100000 francs.

*La Providence.* — La production de l'exercice a été de 291421 tonnes de fontes (180466 pour les quatre hauts fourneaux de Marchienne, 73220 pour les deux de Rehon, 37735 pour celui qui a marché à Hautmont) ; elle a été de 274530 tonnes de fers et aciers laminés (194923 à Marchienne et 79607 à Hautmont) ; 1905-1906 avait produit 266813 tonnes de fontes et 255276 tonnes de produits finis. Le chiffre d'affaires a été de 51101000 francs, le chiffre le plus élevé qui ait jamais été obtenu par la Providence.

*Sambre et Moselle.* — L'exercice écoulé a produit, report de 17721 francs compris, 4681465 francs ; après déduction de 270000 francs d'intérêt des obligations, il sera proposé de procéder à la répartition comme suit : amortissement sur frais d'émission des obligations, 367889 francs ; amortissement sur premier établissement, 2679701 francs ; amortissement sur minières, 111883 francs ; réfection de hauts fourneaux, 128620 francs ; patente, 30000 francs ; créances douteuses, 25000 francs ; tantièmes et gratifications, 168953 francs ; à la réserve, 49419 francs ; dividendes de 37 fr. 50 par action privilégiée et de 12 fr. 50 par action ordinaire, 850000 francs.

*Tecnomasio italiano Brown Boveri. Milan* — Cette société vient d'émettre à 116 lires 15400 actions nouvelles de 100 lires réservées aux actionnaires actuels, une nouvelle pour deux anciennes.

*Usines de Moncheret.* — Le bénéfice 355880 francs a reçu l'application suivante : intérêt des obligations, 22380 francs ; impôts, 10000 francs ; amortissements sur immobilisations, 67677 francs ; amortissements divers, 21185 francs ; dividendes de 25 francs par

action privilégiée et de 10 francs par action ordinaire, 187500 francs; tantièmes 29607 francs; au fonds de prévision, 17531 francs. La centrale électrique sera vraisemblablement mise en marche en décembre; des modifications seront apportées au haut-fourneau afin de pouvoir aborder la fabrication de qualités de fontes plus variées et plus rémunératrices; enfin une part d'un dixième a été prise dans la Société des mines de Conflans (bassin de Briey), conjointement avec Ougrée (2/10) et avec MM. Stumm frères (7/10). On dépensera là environ 5 millions pour arriver à une extraction annuelle pleine de 500000 tonnes.

*Deutschen Elektrizitätswerke, Garbe, Lahmeyer und Co, à Aix-la-Chapelle.* — L'exercice clos le 30 juin laisse un bénéfice brut de 1438376 marks et un bénéfice net de 375071 marks, contre respectivement 973845 M. et 133223 M. en 1905-1906. 200000 M. sont consacrés à la constitution d'une réserve spéciale et le dividende est fixé à 5 °/₀ au lieu de 4 °/₀ l'année dernière.

*Société d'appareillage électrique et industriel (anciens établissements Gardy frères et Cie) à Genève.* — La Société distribue, pour clôturer l'exercice 1906-1907, un dividende de 6 °/₀ aux actions ordinaires et 7 °/₀ aux actions de priorité.

*Société en commandite Aubert Grenier et Cie à Cossonay (Suisse).* — Cette Société émet 500 actions de 500 francs (nom) à 700 francs. 3 actions anciennes donnent droit à la souscription d'une action nouvelle; le droit de souscrire est exclusivement réservé aux anciens actionnaires qui, malgré le taux élevé d'émission, exerceront leur droit en égard aux résultats de l'affaire et aux développements qu'elle comporte. Dans les deux dernières années, on a distribué 8 °/₀ aux actionnaires.

*Banque pour les entreprises électriques. Zürich.* — La banque a porté son capital l'an dernier, de 36 à 40 millions. Pour commanditer une nouvelle affaire, on émet pour 5 millions d'obligations à 4 1/2 °/₀. La souscription se fait au pair sauf les intérêts d'usage jusqu'au 1er janvier 1908. La Société a déjà contracté deux emprunts de ce genre; l'un de 30 millions 4 °/₀ introduit en 1896 sur le marché allemand; l'autre de 8 millions à 4 1/2 °/₀ a été émis en Suisse. Le nouvel emprunt peut être remboursé au pair à partir du 1er janvier 1908. La Société s'est engagée à n'émettre, avant le remboursement de celui-ci, aucun emprunt spécialement garanti. Les dividendes distribués en ces dernières années ont été de 8 1/2, 9 et 9 1/2 °/₀. La réserve est de 5,29 millions.

*Schweizerische Lokomotiv und Maschinenfabrik, Winterthur.* — Le rapport pour 1906/07 mentionne l'augmentation de capital effectuée en février de cette année. Le capital est de 8 millions. Par suite des frais généraux notablement plus élevés, on n'a pu atteindre les mêmes résultats que précédemment. Quoique les amortissements aient été réduits de 504632 francs à 360974 francs, le bénéfice net est de 1055790 francs, soit environ 20000 francs de moins que dans l'exercice précédent. Après attribution de 200000 francs à la réserve et de 173218 en tantièmes, on distribue 650000 francs soit 10 °/₀ au capital action. Les immeubles figurent au bilan pour 6,32 millions, les machines pour 3,73 millions. Les machines en travail et matières premières pour 4,40 millions. Le fonds de réserve est de 500000 francs.

*Société Genevoise des tramways électriques. Genève.* — Les comptes de l'exercice 1906 accusent un bénéfice net de 610467 francs, y compris le solde à nouveau de 227652 francs. On distribuera comme premier dividende de 1,5 °/₀ sur les 20 millions de capital-actions.

Les recettes brutes se sont augmentées de 59107 francs pendant cet exercice.

*Société anonyme Sydvaranger (Norvège).* — Cette société minière, fondée l'an dernier, vient de contracter un emprunt de 12 millions de couronnes avec la Nord-Deutsche Bank, de Hambourg, et la Disconto-

Gesellschaft, de Berlin, et se propose, en outre, de porter son capital-actions de 5 à 10 millions de couronnes.

*Compagnie générale des tramways de Buenos-Aires.* — On annonce l'émission pour le commencement du mois de novembre des titres de cette société au prix de 500 francs pour quatre actions de capital et une action de dividende réunies.

Cette émission est, en effet, probable, bien que les conditions n'en soient pas encore définitivement arrêtées.

*Compagnie auxiliaire de chemins de fer au Brésil.* — Nous apprenons que le ministre des travaux publics du Brésil vient de signer un décret suivant lequel la Compagnie auxiliaire de chemins de fer au Brésil est chargée de construire une ligne de chemin de fer de Passo-Fundo à l'Uruguay et de l'exploiter aux clauses du cahier des charges de la convention régissant pendant 50 ans l'ensemble du réseau concédé à la compagnie.

Cette ligne, de 190 kilomètres environ, a une importance des plus grandes à raison de ce qu'elle reliera par voie ferrée l'État de Rio-Grande do Sul aux États de Santa-Catarina, Parana, Saint-Paul et Rio-de-Janeiro ; il est prévu, en effet, de faire concorder l'achèvement de la construction de la ligne venant du nord avec cette ligne de Passo Fundo à l'Uruguay, dont elle constitue la jonction.

Une assemblée générale des actionnaires de la Compagnie auxiliaire de chemins de fer au Brésil est convoquée afin d'autoriser le conseil à accepter cette concession.

*American Bridge Company Pittsburg.* — Cette Compagnie vient de fournir au mois d'août pour 60 000 tonnes de constructions métalliques en acier, battant ainsi tous les records de production de plus de 1 500 tonnes.

*General Electric Company.* — D'après les nouvelles financières de Boston, la légère diminution actuelle dans le chiffre d'affaires traitées par la General Electric Company se rapporte surtout au matériel de chemin de fers, moteurs, controllers, etc.

Depuis le 31 janvier jusqu'au 14 septembre 1907, le chiffre d'affaires s'est montré de 28 500 000 francs supérieur au chiffre correspondant de l'exercice précédent de 1906. Jusqu'au milieu de juin, le gain était de 26 000 000 francs par rapport à l'année précédente. Même pendant les deux derniers mois, par conséquent, le gain a atteint 2 500 000 francs. L'on doit cependant noter que cet accroissement est seulement égal au 10 % de celui des 4 1/2 premiers mois de l'année fiscale qui commence le 1er février.

En résumé, le chiffre d'affaires n'est donc pas inférieur à celui de l'année précédente, mais il ne présente pas l'accroissement que l'on pouvait escompter d'après celui constaté pendant les 4 ou 5 premiers mois du présent exercice.

La *General Electric Company* emploie actuellement 25 000 ouvriers au lieu de 28 000 à la fin de l'exercice précédent.

*Trust franco-belge de tramways et d'électricité.* — Après déduction des diverses charges et amortissements à concurrence de 41 363 francs, le solde créditeur des profits et pertes de 1906-1907 est de 228 464 francs, sur lequel le Conseil d'administration a proposé d'appliquer une somme de 225 000 francs à un amortissement sur le poste Tramways de Tifflis, proposition que l'assemblée du 5 octobre a ratifiée.

*Schweizerische Industrieges. Neuhausen* [1]. — Le dernier exercice accuse le résultat suivant : 10 % de dividende sur les 1 575 000 francs de capital-action après attribution à la réserve et amortissements de 323 388 francs. La production totale a atteint 7,65 millions. Le nouvel exercice a commencé avec des commandes à peu près aussi nombreuses que le précédent, mais à cause de l'augmentation des frais généraux de fabrication, les bénéfices seront sans doute inférieurs. La Société va se spécialiser davantage dans la construction des wagons à marchandises.

*Usine électrique Bündner-Oberland.* — La Société émet un emprunt d'obligations hypothécaires de 300 000 francs à 4,25 % au pair. De cet emprunt, 100 000 francs ont été pris ferme, de sorte que 200 000 francs restent en souscription publique. Les communes intéressées à cette usine ont donné une garantie d'intérêt.

*Costa-Rica.* — Un contrat est intervenu entre le Gouvernement de la République de Costa-Rica et des banquiers américains pour l'émission de 2 000 obligations de 1 000 dollars-or chacune, à 6 % d'intérêt payable trimestriellement. Le produit de la vente de ces obligations sera consacré à l'exécution de certains travaux de chemins de fer, notamment à l'achèvement de la ligne du Pacifique.

*Westfälische Metallindustrie Aktienges. Lippstadt.* — Le bénéfice brut 1906-1907 s'élève à 337 767 M. pour le dernier exercice. Après déduction de 206 950 M. pour frais généraux et 50 557 M. pour amortissements, le bénéfice net restant est de 80 254 M. On doit attribuer 3 999 M. à la réserve ; 14 001 M. aux tantièmes et gratifications ; et 60 000 M. au dividende 10 %.

[1] C'est par erreur que cette Société a été indiquée comme fabrique d'aluminium dans notre numéro du 12 octobre 1907, p. 31.

## ADJUDICATIONS

France.

Le 8 janvier 1908, *Forges de la Chaussade.* 1500 tonnes de fontes de puddlage pour fers à câbles. — Durée du marché : Dix-huit mois. — Caut. 7300. — Dépôt des soumissions et remise des échantillons le 18 novembre. Cahier des charges au *ministère de la Marine, Paris,* à l'établissement des forges *de la Chaussade, à Guérigny* (Nièvre).

Belgique.

Le 30 octobre, à 13 heures, à la *Bourse de Bruxelles,* fourniture d'étain nécessaire au service de la traction et du matériel des chemins de fer de l'État belge (cahier des charges spécial n° 1029): 1er lot, 10000 kilomètres à fournir à Malines (gare de Muysen); 2e et 3e lot, comprenant chacun 10000 kilomètres à fournir à Bruxelles-Q.-L.; cautionnement 2000 francs par lot.

Prochainement, à la *Bourse de Bruxelles,* fourniture, en 89 lots, de pièces de rechange pour locomotives et tenders, et pour usines à gaz nécessaires au service de la traction et du matériel des chemins de fer de l'État belge.

Prochainement, à la *Bourse de Bruxelles,* fourniture, en un seul lot, en 1908 de 400 paires d'éclisses spéciales en fer ou en acier estampé ou en acier moulé pour raccorder les rails du profil. Vignole de 40 kil. 650 à ceux de 57 kilomètres par mètre courant; caut.: 1000 francs.



Allemagne.

Le 2 novembre, à la direction de la Reichsdruckerei, à *Berlin,* fourniture de 25000 kilomètres plomb doux, 2500 kilomètres étain et 2000 kilomètres antimoine.

Le 30 octobre, aux chemins de fer de l'État prussien, à *Speldorf,* fourniture de deux moteurs électriques pour les ateliers.

Prochainement, à l'administration de la ville à *Hambourg,* transformations et installations à l'usine à gaz, 14 millions de mark.

Prochainement, au chemin de fer, à *Wanne* (Westphalie), transformation de la station, 8000000 de mark.

Russie.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Wilna,* fourniture d'une chaudière tubulaire à eau, une machine dynamo et une turbine à vapeur pour l'usine centrale d'électricité.

Tome LIII. | Samedi 2 Novembre 1907. | 14e Année. — N° 44.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Électriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

**L'ÉNERGIE**

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## NÉCROLOGIE

### Maurice Lœwy.

La science vient de perdre un des ses représentants les plus éminents. M. Maurice Lœwy, directeur de l'Observatoire de Paris, membre de l'Institut, est décédé subitement dans sa soixante-quinzième année.

M. Maurice Lœwy était né à Vienne, le 15 avril 1833. Il débuta dans la carrière scientifique comme aide assistant à l'Observatoire de cette ville ; il ne tarda pas à se faire distinguer par ses premiers travaux, à tel point que sa notoriété parvint jusqu'à Paris où l'illustre Leverrier, alors directeur de l'Observatoire, l'appela auprès de lui.

Depuis ce moment jusqu'à aujourd'hui, c'est-à-dire pendant près d'un demi-siècle, M. Maurice Lœwy resta dans ce grand établissement, y passant graduellement par tous les échelons jusqu'à la direction. Naturalisé français dès la première heure, il fut, comme officier du génie, chargé d'un service de télégraphie et de signaux pendant le siège de Paris.

Dès 1872, M. Maurice Lœwy entrait comme astronome titulaire au bureau des longitudes et prenait une part active et ininterrompue, jusqu'à ce jour, à la rédaction de l'*Annuaire* de ce bureau et la *Connaissance des Temps,* l'instrument indispensable de tous nos navigateurs.

En 1873, il fut élu membre de l'Académie des Sciences, en remplacement de Delaunay qui venait de mourir. En 1893, il fut appelé à la présidence de cette Académie et en même temps à celle de l'Institut tout entier.

Chevalier de la Légion d'honneur dès 1870, il fut promu commandeur en 1896 dans la promotion exceptionnelle faite à l'occasion du centenaire de l'Institut. La même année, il était appelé des fonctions de sous-directeur qu'il remplissait depuis 1878 à celles de directeur de l'Observatoire de Paris devenues vacantes par le décès de M. Tisserand.

Comme directeur, M. Maurice Lœwy, tout en administrant le grand établissement, a continué ses travaux personnels sans un moment de répit, produisant à chaque instant d'importants mémoires scientifiques.

Nous citerons ses belles études sur la constante de l'aberration et de la réfraction ; sur la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien. Ce dernier travail, en particulier, communiqué tout récemment à l'Académie des Sciences, donne la solution d'une question capitale pour les observations astronomiques, et qui avait été cherchée avant lui infructueusement par un grand nombre de savants.

M. Maurice Lœwy a imaginé un appareil célèbre, connu, en raison de sa forme, sous la qualification d'*équatorial coudé,* et auquel, par une modestie excessive, il n'avait pas voulu donner son nom. Avec cet appareil, l'astronome peut aujourd'hui, malgré ses dimensions considérables, grâce aux ingénieuses dispositions dues à l'inventeur, exécuter facilement avec une rare précision des observations très étendues sur des images très agrandies. La plupart des

observatoires français et étrangers ont adopté l'usage de cet instrument si parfait.

Citons encore parmi les travaux de M. Maurice Lœwy l'atlas photographique de la lune, à l'exécution duquel il se consacrait depuis plusieurs années et dont les admirables épreuves ont permis de commencer une étude du satellite de notre planète au point de vue cosmogonique.

Ces divers travaux jouissaient d'ailleurs d'une grande réputation à l'étranger.

C'est ainsi qu'il avait été élu successivement membre de l'Académie des Sciences de Vienne, Berlin et Saint-Pétersbourg, de la Société des Sciences de Harlem, de celle d'Albany, de la Société finlandaise des Sciences, de l'Académie des *Lincei* d'Italie. Il avait obtenu la grande médaille de la Société royale de Londres.

Outre la croix de commandeur de la Légion d'honneur, M. Maurice Lœwy possédait des décorations du grade le plus élevé de la plupart des pays étrangers : Russie, Autriche, Grèce, Roumanie, etc.

Il était président du comité international de la carte photographique du ciel. Enfin, il y a vingt-cinq ans, il avait été l'un des premiers présidents de la Société Internationale des Électriciens.

### J. Kerr.

L'on annonce la mort du Dr John Kerr, de Glascow, bien connu par la célèbre découverte du phénomène qui porte son nom (1877), et qui fut le point de départ des recherches électro-optiques et magnéto-optiques pendant ces trente dernières années. Comme on le sait, il observa le premier que, lorsque l'on fait tomber un rayon de lumière polarisé sur le pôle d'un électro-aimant, le plan de polarisation subit une rotation d'un certain angle, en sens inverse de la circulation conventionnelle du courant parcourant l'enroulement de l'électro-aimant. On lui doit encore divers travaux concernant la même branche de la science, ainsi qu'une étude sur la biréfringence. Né à Ardrossan en 1824, il fut élève à l'Université de Glascow ; en 1857, il devint professeur au *Free Church Normal Training College*, et il occupa ce poste jusqu'à sa retraite, prise depuis six ans environ.

---

## TRACTION

### France.

*Jura.* — Le Conseil Général a décidé la construction des lignes de tramways suivantes :

1° Louhans à Beaufort, $2^{km}$,800, 187 000 francs.

2° Champagnole à Boujailles, 35 kilomètres, 2 619 000 francs.

3° Andelot à Salins, $12^{km}$,250, 1 235 000 francs.

4° Lons-le-Saulnier à Bletterans par Saint-Germain, avec prolongement : 1° sur Mervans ; 2° sur Pierre, $38^{km}$,050, 2 380 000 francs.

5° Lons-le-Saulnier à Saint-Julien par le col du Savignard, 38 kilomètres, 2 793 000 francs.

6° Saint-Claude à Viry par Les Bouchoux, 28 kilomètres, 2 243 000 francs.

7° Saint-Claude à Lajoux par Septmoncel et Lamoura, 23 kilomètres, 1 620 000 francs.

8° Morez à La Cure, se raccordant à une ligne faite par la Suisse, de Nyon à La Cure, $12^{km}$,110, 920 000 francs.

9° Sirod à Foncine-le-Bas, 14 kilomètres, 1 364 000 francs.

10° Champagnole à Poligny, $35^{km}$,500, 2 950 000 francs.

Le Conseil Général a décidé en outre l'étude des lignes suivantes :

1° Mont-sous-Vaudrey à Arbois, par la vallée de la Cuisance, et d'un raccordement d'Arbois à Montrond.

2° De Dôle à Seurre et de Mont-sous-Vaudrey à Mouchard.

*Indre-et-Loire*. — Le préfet d'Indre-et-Loire a autorisé, à partir du 20 octobre 1907, l'ouverture à l'exploitation de la section du tramway de Blois à Châteaurenault comprise entre Saint-Nicolas-des-Motets et la halte de Châteaurenault-Saint-Malo (longueur : $8^{kil}$,828).

*Pyrénées Orientales*. — Ont été adoptées les conclusions du rapport concernant la concession et la dépense nécessaire pour l'établissement du tramway électrique de Villefranche à Vernet-les-Bains.

## OSCILLATIONS HERTZIENNES ET TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Plusieurs journaux scientifiques américains reproduisent une note publiée par la presse politique, toujours en quête d'inventeurs de génie et d'inventions extraordinaires, d'après laquelle un jeune ingénieur lyonnais aurait trouvé le moyen d'actionner à distance les chemins de fer et les tramways au moyen de l'énergie électrique transmise sans fil. Un modèle réduit aurait ainsi été actionné à une distance de près de 200 mètres, et un syndicat de banquiers se serait formé pour exploiter cette sensationnelle invention. Bien entendu, comme il est d'usage en pareil cas, les détails précis manquent totalement. Nous ne discuterons pas ici la possibilité de transmettre pratiquement, avec un rendement suffisant, l'énergie à distance, laissant ce soin à nos lecteurs [1]. Nous nous contenterons de déplorer la facilité avec laquelle de pareilles informations trouvent crédit, même auprès de journaux réputés sérieux.

* * *

Le correspondant de « La Tribune » à Ottawa télégraphie qu'au moyen des antennes en forme de cônes de la station Marconi à Morien, sur la côte du Pacifique, les opérateurs ont recueilli un message de Manille, distante de 10 500 kilomètres, annonçant l'arrivée du croiseur « Philadelphie » des États-Unis.

* * *

Une nouvelle station de télégraphie sans fil va être installée à l'arsenal maritime de l'île League, à Philadelphie. Les anciens appareils d'émission et de réception qui servaient à Pensacola ont été montés à l'arsenal maritime. Le Pr Stone, qui a une station d'expériences à l'Université d'Harvard, sera personnellement chargé du système de télégraphie sans fil. Le plan définitf des ingénieurs de l'arsenal maritime de Washington consiste à utiliser les cheminées comme mâts, ceux-ci étant très coûteux à l'île de League. Les hautes cheminées des usines situées entre les vieux et les nouveaux docks ont été employées à cet usage.

Quand elle sera terminée, la station de l'île de League complétera la série établie le long de la côte de l'Atlantique.

* * *

Il y a, à l'heure actuelle en France, deux stations de télégraphie sans fil, l'une à Ouessant et l'autre à

[1] Il est à noter que, vers 1891, MM. Hutin et Leblanc ont pris un brevet pour transmettre l'énergie aux tramways électriques au moyen de bobines d'induction primaires échelonnées le long de la voie et alimentées par des courants à haute fréquence ; une bobine secondaire portée par la voiture était le siège de courants induits et alimentait un moteur. Malgré la découverte plus récente des redresseurs à mercure, transformant en courant continu des courants de haute fréquence, et permettant ainsi l'emploi de moteurs à courant continu, et bien qu'il s'agisse dans l'espèce d'une transmission d'énergie à quelques décimètres de distance, nous ne pensons pas qu'un pareil système soit encore susceptible d'applications pratiques. (N. D. L. R.)

Porquerolles. Ces deux stations sont disposées pour l'envoi des messages privés, ainsi que la station de Dieppe qui appartient à la compagnie des chemins de fer de l'Ouest. Deux autres stations sont sur le point d'être établies, à Sainte-Marie de la Mer, près Marseille, et dans les environs d'Alger. Il a été décidé, d'accord avec les ministères intéressés d'établir en outre des stations à Boulogne, au Havre, à Saint-Nazaire, à La Coubre, à Nice et sur les côtes de la Corse.

* * *

Dès l'arrivée à Toulon de la Commission spéciale nommée par décision ministérielle le 20 juillet dernier, commenceront les essais du nouveau matériel de télégraphie sans fil à bord de la *République*, du *Jules-Ferry*, du *Gaulois* et du *Jauréguiberry*, de l'escadre de la Méditerranée.

La répartition des membres de cette commission à bord des bâtiments, et leur embarquement seront effectués d'après les indications de leur président, le contre-amiral Gaschard.

Pendant la durée des expériences, le personnel de la télégraphie sans fil, de chacun des quatre bâtiments, sera complété à l'aide du personnel pris à bord des autres bâtiments de l'escadre, de façon à comprendre deux chefs de poste et deux brevetés pourvus du certificat d'aptitude et capables de recevoir correctement.

Enfin, pendant la période d'essai, sauf aux heures réservées à cet effet, aucun bâtiment, ni station côtière ne devra, à moins de nécessité absolue, procéder à des émissions radiotelégraphiques.

Le programme général des expériences comprendra la vérification du montage et du fonctionnement des quatre postes, et des mesures diverses relatives à la meilleure disposition des antennes.

---

## TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Les communications téléphoniques entre Stockholm et Berlin, via Danemark et Hambourg, n'ont pas donné complète satisfaction ; aussi l'on a projeté l'ouverture de deux nouvelles lignes. Une ligne directe partant de la Scanie (Ouest de la Suède) et passant par l'île de Rügen, nécessiterait l'emploi d'un câble un peu coûteux (60 milles environ) et de plus le trafic considérable de cette partie de la Baltique occasionnerait de nombreuses réparations ; aussi, ce projet a-t-il été abandonné, et l'on a décidé l'établissement d'une nouvelle communication vià Danemark, mais sans passer par Hambourg, c'est-à-dire par un câble sous-marin reliant l'île danoise de Solland à l'île allemande de Fehmern, et de là à la côte du Mecklembourg par un autre câble sous-marin.

* * *

***Câble sous-marin entre New-York et la Havane.***

Le nouveau câble de la Commercial Cable Cy mettant directement en communication New-York avec la Havane, a été mis en service le 15 octobre. Le vapeur « Silvertown » de l'India Rubber, Gutta-Percha et Telegraph Works de Londres qui était chargée de la fabrication et de la pose, a mis seulement deux semaines pour la pose de ce câble qui a environ 2 000 kilomètres de longueur. C'est le seul câble sous-marin entre New-York et la Havane.

---

## DIVERS

***La crise de l'industrie automobile.***

Dans notre chronique financière, du 26 octobre, page 58, nous avons dit quelques mots seulement de cette crise qui sévit à l'heure actuelle sur l'industrie automobile. Nous empruntons à ce sujet au *Moniteur des Intérêts Matériels* les quelques réflexions judicieuses suivantes :

« L'automobilisme subit en ce moment une crise assez aiguë : plusieurs établissements se voient obligés

de licencier une grande partie de leur personnel ouvrier. Cette crise était prévue depuis quelque temps déjà et elle n'a guère surpris ceux qui ont suivi le développement, d'ailleurs remarquable, de cette industrie spéciale en ces dernières années. Jusqu'ici, en effet, on s'est presque exclusivement consacré à la voiture de luxe, à la voiture chère, et il est même surprenant de voir la rapidité avec laquelle s'est propagé le goût de l'automobilisme, si l'on songe à la dépense qu'occasionne ce sport coûteux. Nombre de possesseurs d'automobiles n'auraient pas eu un seul instant naguère l'idée de s'offrir le luxe de rouler carrosse, alors qu'il est avéré que l'entretien d'une automobile coûte plus cher que deux ou même trois chevaux à nourrir.

« Quoi qu'il en soit, donc, l'engouement pour ce sport nouveau étant universel, l'industrie s'est développée d'une manière intense, et alors qu'au début l'offre ne pouvait suffire à la demande, aujourd'hui, la clientèle spéciale à laquelle on s'adressait étant saturée, c'est l'inverse qui se produit : la surproduction inévitable est venue, l'accumulation des stocks, et bientôt a suivi ou doit suivre fatalement la baisse des prix.

« Il serait assurément absurde de prétendre que cette industrie spéciale est désormais vouée à la ruine et qu'elle ne pourra pas se relever de ces difficultés passagères. Seulement, elle reposait sur des bases trop fragiles et pour qu'elle sorte victorieuse de la passe qu'elle traverse il faut qu'elle change de tactique, il faut qu'elle en vienne à une exploitation plus commerciale, plus rationnelle. Elle ne doit plus compter à peu près exclusivement sur la vente de voitures de luxe coûteuses, elle doit restreindre considérablement les frais énormes que lui occasionnaient une réclame tapageuse et l'organisation de ces courses de vitesse qui n'ont fait que trop de victimes et qui lui coûtaient horriblement cher ; elle doit modifier ses procédés de fabrication, de manière à construire des voitures résistantes et bon marché à la portée des bourses moyennes, et elle trouvera ainsi de nombreux débouchés qu'elle a trop négligés jusqu'ici. Ce sera pour elle une nouvelle source de bénéfices, plus modestes peut-être, mais plus sûrs et plus durables. A ces conditions elle peut retrouver sa prospérité d'hier qui subit en ce moment une éclipse passagère.

« Quant au marché des valeurs d'automobiles, il est et sera forcément atteint dans une mesure plus ou moins grande. Là comme ailleurs des exagérations ont été commises, un changement de capitalisation s'opérera nécessairement et l'on reviendra à une appréciation plus saine de la situation industrielle. »

***La municipalisation de l'électricité en Angleterre.***

M. R. Boverat, dans un volume qu'il vient de faire

paraître « Le socialisme municipal en Angleterre », expose très impartialement et avec une abondante documentation les différentes phases par lesquelles la question de la municipalisation des principaux services, eau, gaz, électricité, etc., a passé, et les résultats qui ont été obtenus.

En ce qui concerne l'électricité, l'installation et les progrès de l'éclairage électrique en Angleterre furent longtemps retardés par la faute de la loi et des municipalités. Dès 1880 on utilisait l'électricité pour l'éclairage des rues aux États-Unis, et l'industrie électrique s'y développa avec autant de rapidité qu'elle mit de lenteur à s'implanter dans le Royaume-Uni; ici les premières usines, fondées par des particuliers, furent celles d'Eastbourne et de Hastings en 1882, de Londres en 1885; puis les usines municipales de Bradford en 1889, de Brighton et de Saint-Pancras, en 1891.

La loi du 18 août 1882 imposait des restrictions au libre exercice de l'industrie électrique. Elle exigeait une licence du Board of trade, précédée d'une autorisation de l'autorité locale intéressée ou suivie d'une confirmation du parlement, sauf opposition des municipalités au moyen du droit de pétition; les autorités locales pouvaient, elles-mêmes, obtenir du Board of trade une autorisation, et, dans ce cas, aucune compagnie n'en pouvait plus obtenir dans le même district; au bout de vingt et un ans, les usines privées étaient soumises au droit de rachat par les municipalités, et dans le prix d'achat n'entrait en ligne de compte que la valeur de réalisation du terrain, des machines, du matériel, sans indemnité pour la clientèle, l'organisation, les risques courus, le dommage causé par l'expropriation.

Il fallut les amendements de 1888, portant la durée des concessions de vingt et un à quarante-deux ans, pour tenter sérieusement les initiatives privées; mais les municipalités détentrices d'usines à gaz ne manquèrent pas d'enrayer le progrès ainsi stimulé; elles refusaient l'autorisation préalable dont le Board of trade osait rarement se passer, ou bien elles réclamaient pour elles une autorisation qui barrait la route aux particuliers, quitte à la laisser dormir, sans emploi, dans les cartons; c'est ainsi que la ville d'York avait reçu l'autorisation en 1892 et ne fournissait le courant qu'en 1900; que Birkenhead laissait passer six ans (1890-1896), Bristol dix ans (1883-1893), Greenock seize ans (1883-1899), West-Ham sept ans, etc., avant d'entreprendre l'exploitation sollicitée. Par contre, à peine les villes se rendirent-elles compte que les particuliers commençaient à réaliser des profits qu'elles voulurent gérer elles-mêmes le nouveau service.

En 1901 le nombre des régies électriques était de 165, leur capital de 373 578 050 francs; on ne comptait que 63 compagnies, avec un capital de 273 854 700 francs. En 1905 on trouvait 244 régies en exploitation et 90 en formation, contre 136 compagnies en activité et 39 en formation.

Quelques villes cherchèrent récemment à utiliser, pour la production d'énergie électrique, les fours à incinérer les immondices. Saint-Pancras mit cette idée en pratique, suivie bientôt par Shoreditch, Nottingham, Liverpool, Preston, etc. (1).

En 1899 l'Angleterre ne comptait que 210 milles de tramways électriques, 870 milles en 1902, 1 780 milles en 1905; or, en 1900 les États-Unis possédaient 15 000 milles de tramways électriques dus pour la plupart à l'initiative particulière. Au surplus, la première ligne de tramway établie sur le sol même des rues fut installée aux États-Unis en 1852 et la première ligne électrique date de 1885.

En 1905 on comptait en Angleterre 2 116 milles

(1) Voir au sujet de ces installations : *Éclairage Électrique*, t. LII, 13 et 27 juillet 1907, p. 20 et 50.

de tramways; ce chiffre se décompose ainsi : à l'électricité, 1 780 milles; à la vapeur, 91 milles; à chevaux, 210 milles; par câble tracteur, 26 milles; par traction mixte, 5 milles; par moteurs à gaz, 4 milles. En 1898, époque où la vapeur triomphait, on comptait en tout, 1 604 milles, et en 1879, époque de la traction animale, 321 milles. Le nombre des voyageurs transportés a été de 2 069 000 000 en 1905 (48 fois la population du royaume), contre 858 millions en 1898 et 151 millions en 1879; avec les chevaux les dépenses d'exploitation absorbaient en moyenne 83-81 °/₀ des recettes; en 1905 le chiffre tombe à 66-19 °/₀.

La création de grandes usines productrices de force motrice électrique a rencontré en Angleterre les mêmes obstacles qui ont nui à la naissance et au développement de l'éclairage électrique et des tramways.

En 1898 les principaux industriels du district de Chesterfield formèrent la General Power Distribution Company et demandèrent au parlement l'autorisation de fournir l'électricité sur une superficie de 210 milles carrés, comprenant les villes de Sheffield et de Nottingham ; dans la première de ces localités une compagnie fournissait le courant depuis 1893, mais dans ce centre seulement et avec un tarif très élevé qui lui avait été imposé ; à Nottingham la municipalité avait un service depuis 1894, dans des conditions analogues; le nouvel entrepreneur offrait de fournir le courant non pas à 0 fr. 60, 1 franc et 1 fr. 20 l'unité électrique du Board of trade, mais à 0 fr. 40 et 0 fr. 80 au maximum, mais les oppositions municipales l'empêchèrent d'obtenir sa licence.

Les mêmes faits se renouvelèrent ailleurs, et il se produisit ainsi qu'en 1902 les États-Unis possédaient 3602 stations centrales électriques pendant qu'on n'en comptait que 457 dans le Royaume-Uni.

### *Développement de l'industrie électrique aux États-Unis.*

La réduction du personnel effectuée par les trois plus grandes compagnies de constructions électriques pendant ces huit derniers mois a été beaucoup moins importante que certains journaux l'ont annoncée. La Western Electric, seule des trois compagnies, a réduit considérablement son personnel. A la clôture de leurs exercices annuels, la General Electric, la Westinghouse et la Western Electric employaient plus de 73 300 ouvriers. A l'heure actuelle, ces trois compagnies n'emploient plus que 63 200 ouvriers, soit une diminution de 13 °/₀ depuis le commencement de cette année. La Western Electric figure pour les deux tiers dans cette diminution; elle a vendu en 1906 pour près de 350 millions de téléphones et d'appareils électriques, mais elle a été obligée cette année de réduire sa production par suite de l'arrêt marqué dans les commandes.

Nous donnons ci-dessous le nombre des ouvriers de chacune des trois compagnies pendant l'année 1905-1906 et l'année 1906-1907 :

NOMBRE DES OUVRIERS

| | 1905-1906 | 1906-1907 | DIMINUTION | EN °/₀ |
|---|---|---|---|---|
| General Electric. | 28 000 | 25 000 | 3 000 | 10,3 |
| Westinghouse. | 18 386 | 17 200 | 1 200 | 6,5 |
| Western Electric. | 27 000 | 21 000 | 6 000 | 22,2 |
| TOTAL. | 72 386 | 63 200 | 10 200 | 13,0 |

Malgré la réduction de leur personnel, les trois compagnies ont été à même de produire davantage, ainsi la General Electric et la Westinghouse ont fait

plus d'affaires pendant les six premiers mois de l'année courante que pendant la période correspondante de l'année dernière. Dans ce premier semestre, la General Electric accuse un chiffre d'affaires de 177 034 390 francs, contre 129 578 810 francs en 1906, soit une augmentation de 47 455 580 francs, la Western Electric 150 000 000 francs contre 155 000 000 de francs en 1906, soit une diminution de 5 000 000 de francs. La Westinghouse annonce pour les cinq premiers mois un bénéfice net de 17 744 430 de francs en légère augmentation sur celui de la période correspondante de 1906.

---

## BREVETS (¹).

379 967, du 13 juillet 1907. — Nirenberg. — Procédé et appareil pour la transmission de signaux sous l'eau.

379 975, du 17 juillet 1907. — Meyer. — Compteur de conversations.

379 863, du 12 juillet 1907. — Brenot. — Servomoteur électromécanique.

379 883, du 12 juillet 1907. — Pifre. — Dispositif de commande de moteurs électriques.

379 552, du 16 juillet 1907. — Schaffler Recte Clossl et Littmann. — Appareil d'induction magnéto-électrique.

379 892, du 13 juillet 1907. — Pfanstiehl. — Perfectionnements aux bobines d'induction.

379 921, du 21 septembre 1906. — Drault. — Interrupteur à mercure.

379 965, du 17 juillet 1907. — Ateliers Thomson-Houston. — Transformation à voltage ou intensité réglable.

379 820, du 17 avril 1907. — Sjoberg. — Four électrique.

379 906, du 13 juillet 1907. — Société Française d'incandescence par le Gaz. — Procédé de fabrication des lampes électriques à incandescence.

379 947, du 16 juillet 1907. — Kuzel. — Lampe électrique à incandescence.

380 185, du 24 juillet 1907. — Marzi. — Téléphone haut parleur.

380 239, du 16 juillet 1907. — Lohay. — Transmetteur contrôleur à distance.

360 055, du 18 juillet 1907. — Gautier. — Commutateur-combinateur.

380 127, du 22 juillet 1907. — Fusser. — Dispositif de fixation pour canalisations électriques.

380 148, du 22 juillet 1907. — Société industrielle des Téléphones, Constructions Électriques, Caoutchouc, Cables. — Interrupteur pour l'allumage à distance des appareils d'éclairage électrique.

380 158, du 23 juillet 1907. — Société Allgemeine Elektricitats Ges. — Compteur électrique.

380 161, du 23 juillet 1907. — Hinsky. — Gaine isolante pour conducteurs électriques.

380 059, du 18 juillet 1907. — Société Salpetersaure Industrie Ges. — Procédé et dispositif pour produire des arcs à flamme de haute tension.

380 060, du 18 juillet 1907. — Société Salpetersaure industrie Ges. — Souffleur magnétique pour la production de deux arcs à flammes de haute tension.

380 213, du 3 avril 1907. — Société Virginia Laboratory Cy. — Production d'alliages par l'électrolyse.

380 159, du 23 juillet 1907. — Société Allgemeine Elektricitats Ges. — Dispositif pour porter à l'incandescence les filaments métalliques.

380 202, du 24 juillet 1907. — Myers. — Perfectionnements apportés aux lampes à arc.

380 224, du 23 mai 1907. — Bourgeois P. et Bourgeois H. — Lampe électrique de poche.

(¹) Liste communiquée par M. H. Josse, ingénieur-conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de métal de l'Amérique du Nord pendant la première quinzaine d'octobre se sont élevés à 9 134 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 250 T., ceux d'autres pays à 1 753 T., les affrètements du Chili à 850 T., et ceux d'Australie à 1 800 T. Le total des approvisionnements en Angleterre et en France pendant cette même période atteint donc 13 791 T., tandis que les livraisons ont été de 15 246 T. ; il en résulte une diminution de stocks de 1 455 tonnes depuis le 30 septembre et de 2 059 T. depuis le 16 septembre dernier. Les expéditions de cuivre standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique ont été nulles.

MM. Merton et Cie publient à ce sujet la statistique comparative suivante :

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 15 oct. | 1907 30 sept. | 1907 16 sept. | 30 sept. 1906 | 30 sept. 1905 |
|---|---|---|---|---|---|
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots. . . . . . . . T. | 648 | 932 | 592 | 619 | 2 398 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais. . . . . . . | 1 050 | 1 500 | 1 775 | 3 440 | 3 325 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard. . . . . . . . . . | 378 | 403 | 129 | 123 | 50 |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham. . . . . . . . . | 1 166 | 1 031 | 1 055 | 1 211 | 514 |
| T. | 3 242 | 3 866 | 3 551 | 5 393 | 6 287 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin). . . . . . . | 1 281 | 1 562 | 1 466 | 358 | 184 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin. . . . . . | 1 560 | 1 710 | 1 825 | 1 907 | 1 833 |
| T. | 6 083 | 7 138 | 6 842 | 7 658 | 8 304 |
| Avis du Chili. . . . . . . . . | 1 000 | 1 000 | 1 950 | 1 325 | 4 000 |
| Avis d'Australie.. . . . . . . . | 3 600 | 4 000 | 3 950 | 3 500 | 4 000 |
| Totaux. . . . . . T. | 10 683 | 12 138 | 12 742 | 12 483 | 16 304 |
| Prix du G.-M.-B. et du cuivre Standard par tonne. . . . £. | 59-10 | 63-15 | 65-10 | 91 2/6 | 71-5 |

* * *

Daus le but de stimuler la production du cuivre en Nouvelle-Zélande, le gouvernement de ce nouveau Dominion annonce le paiement de primes dans les conditions suivantes : pour les premières 1 000 tonnes de cuivre marchand provenant de minerais extraits et fondus dans le pays et produites avant le 30 juin 1909, 1 000 £ ; les 1 000 tonnes suivantes produites entre cette date et juin 1910, 500 £, et les 1 000 tonnes produites entre juillet 1910 et juin 1911, 500 £. Au cas où il y aurait plusieurs producteurs, la prime serait répartie proportionnellement.

* * *

La question de l'établissement d'une Bourse des métaux à Berlin a été agitée tout récemment dans une séance des doyens du commerce berlinois. On y a notamment émis l'opinion qu'une Bourse à Berlin aurait exercé une influence modératrice excellente sur les fluctuations importantes qui viennent de se produire à New-York et à Londres dans le cours du cuivre. On a décidé d'adresser un rapport dans ce sens au Comité des Bourses de Berlin pour attirer son attention sur l'étude de cette importante question et en hâter la solution.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Aciéries de France.* — Le bénéfice industriel s'est élevé à 2 560 793 francs (en augmentation de près de 400 000 francs sur l'exercice précédent), dont 1 220 758 francs produits par Isbergues, 1 037 210 francs par les établissements d'Aubin et 302 825 francs par les usines de Paris. Les charges sociales et les

amortissements statutaires sur constructions et matériel ramènent ce bénéfice à 1 533 541 francs. Le conseil propose de consacrer 528 899 francs à amortir certaines dépenses, 164 860 francs à la mise en exploitation des houillères, 41 989 francs à la réserve légale. Le solde de 385 296 francs, après paiement du dividende de 20 francs aux actions anciennes et de 2 fr. 50 aux nouvelles libérées du quart, serait porté à la réserve spéciale pour travaux neufs, qui atteindrait ainsi 1 663 971 francs. En somme, si l'on fait le total des prélèvements de prévoyance qui consolident la situation financière, on arrive à la somme importante de plus de 1 600 000 francs.

*Forges et Aciéries du Nord et de l'Est.* — Le bilan au 30 juin 1907 se résume comme suit :

ACTIF

| | | |
|---|---|---|
| Immobilisé | fr. | 6 681 525 |
| Réalisable : magasins | | 5 600 956 |
| — actionnaires | | 2 250 000 |
| — débiteurs | | 2 804 325 |
| Disponible : caisse, portefeuille, banquiers, etc. | | 20 963 408 |
| Acompte sur dividende | | 637 500 |
| Total | fr. | 38 941 714 |

PASSIF

| | | |
|---|---|---|
| Envers la société : capital | fr. | 15 000 000 |
| — réserves | | 8 839 458 |
| Envers les tiers : créditeurs | | 9 316 785 |
| Bénéfices | | 5 785 471 |
| Total | fr. | 38 941 714 |
| Dividende proposé | fr. | 85 |



*Aciéries de Micheville.* — Voici comment se résument les bilans au 30 juin 1907 et 1906 :

ACTIF

| | | 1907 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Immobilisé | fr. | 44 285 070 | 41 111 797 |
| Réalisable : magasins | | 3 989 493 | 2 633 822 |
| — débiteurs et banquiers | | 9 066 523 | 7 367 690 |
| Disponible : caisse et portefeuille | | 1 601 333 | 1 661 367 |
| Totaux | fr. | 58 942 419 | 52 774 676 |

PASSIF

| | | 1907 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Envers la société : capital | fr. | 14 000 000 | 14 000 000 |
| — réserves | | 26 389 353 | 21 992 570 |
| Envers les tiers : obligations | | 7 198 000 | 7 514 500 |
| — créditeurs | | 5 904 193 | 4 893 584 |
| Bénéfices | | 5 450 873 | 4 374 017 |
| Totaux | fr. | 58 942 419 | 52 774 676 |
| Dividende par action (impôt à déduire) | | 55 | 50 |

*Ateliers et chantiers de la Loire.* — Le dividende proposé pour 1906-07 est de 70 francs par action, contre 65 francs pour l'exercice précédent.

*Usines métallurgiques de la Basse-Loire,* — (société anonyme au capital de 6 000 000 de francs ; siège social : 13, boulevard Haussmann, à Paris). — Les actions des usines métallurgiques de la Basse-Loire, société anonyme au capital de 6 millions de francs, divisé en 48 000 actions au nominal de 125 francs. 50 % versés, soit 62 fr. 50 par action, sont admises depuis le 18 octobre dernier.

La Société anonyme des usines métallurgiques de la Basse-Loire a pris à bail, avec promesse de vente, le 1er janvier 1907, les établissements de la Société anonyme des aciéries, hauts fourneaux et forges de Trignac. Ce bail a été consenti aux conditions suivantes (extrait de l'article 7 de la convention) :

1° Un loyer annuel fixe de 300 000 francs ;

2° Une participation dans les bénéfices de la société locataire.

Cette participation sera établie de la manière suivante :

Après déduction de toutes les charges de ladite société, il sera prélevé sur les bénéfices de la Société des usines métallurgiques de la Basse-Loire :

1° 5 % pour la réserve légale ;

2° Somme suffisante pour servir un intérêt de 5 % sur le capital versé ;

3° 10 % du surplus au conseil d'administration ;

4° Avant tout partage, 300 000 francs qui seront attribués à la Société des usines métallurgiques de la Basse-Loire.

Le solde restant disponible après ces divers prélèvements reviendra et sera distribué chaque année :

Un tiers à la Société de Trignac, à titre de supplément de loyer variable,

Et deux tiers à la Société locataire.

A toute époque les usines métallurgiques de la

Basse-Loire ont le droit de se rendre acquéreurs des établissements à elles loués par la Société anonyme des aciéries, hauts fourneaux et forges de Trignac, moyennant :

1° 2 873 697 francs en espèces ;

2° L'attribution à la Société anonyme des aciéries, hauts fourneaux et forges de Trignac de 24 000 actions, au capital nominal de 125 francs, entièrement libérées, de la Société anonyme des usines métallurgiques de la Basse-Loire.

Le conseil d'administration des usines métallurgiques de la Basse-Loire se compose de MM. Edmond Goudchaux, président du conseil d'administration de la Société des forges et aciéries du Nord et de l'Est; Jules Bernard, administrateur-délégué des Usines métallurgiques de la Basse-Loire; Jean Cabrol, industriel à Flers de l'Orne; François Cornesse, ingénieur ; Moïse Dreyfus, administrateur-délégué de la Société anonyme des ateliers et chantiers de la Loire; Mathieu Goudchaux, administrateur-délégué de la Société d'exploitation des mines de Larchamp ; Maurice Métayer, ingénieur, professeur à l'École centrale ; Jules Rueff, administrateur-délégué de la Société anonyme des chantiers et ateliers de Saint-Nazaire (Penhoët).

*Union des aciéries.*

Le bénéfice de 608 438 francs a été réparti comme suit : intérêt des obligations, 112 298 francs ; amortissements, 328 891 francs ; à la réserve, 8 250 francs ; dividende de 25 francs, comme l'an dernier, 150 000 francs ; tantièmes, 9 000 francs.

---

## BREVET A CÉDER

### MANCHONS INCANDESCENTS

Brevet français n° 358 252.

On désire céder ce brevet ou en accorder des licences. S'adresser à M. l'Ing. C. Pieper, Patentanwalt. Hindersinstr. 3. Berlin N. W. 40.

---

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 7 novembre, à *Toulon*, fourniture de laiton ou cuivre jaune en barres (marché à cours variables d'une durée de 18 mois). Importance minimum : 27 150 francs.

Prochainement, direction de l'Artillerie, 2, avenue de Saxe, *Paris*, fourniture d'acier en barres, de plomb doux, de plomb antimonieux, d'antimoine, de bismuth métal, de feuilles, bandes, barres de laiton, de bronze et d'étain. Le cahier des charges et les pièces du marché sont déposés dans la salle d'adjudication, avenue de Saxe, n° 2, ainsi que dans les bureaux des sous-directions des Forges du Centre, à *Nevers ;* de l'Est, à *Besançon ;* du Midi, à *Toulouse ;* du Nord, à *Mézières* et de l'Ouest, à *Rennes*.

Prochainement, à la préfecture de la Gironde, à *Bordeaux*, concours pour la fourniture et la mise en place des supports et appareils électriques de manœuvre d'un pont tournant à établir sur le pertuis de communication qui reliera le bassin à flot n° 1 de Bordeaux avec le bassin n° 2 en construction. S'adresser à M. Vidal, ingénieur en chef du service maritime de la Gironde, 2, rue Jean-Jacques-Bel, à Bordeaux.

### Espagne.

Le 11 novembre, à 11 heures, à la députation provinciale, à *Madrid*, place de Santiago, 2, adjudication de la fourniture du courant électrique nécessaire pendant 5 années : 1° à l'hôpital provincial, au collège de la Paix et à la Maternité, 124 700 pesetas ; 2° à l'hospice et au collège de Desamparados, 64 000 pesetas ; 3° à l'hôpital de Saint-Jean-de-Dieu et à l'asile de San-José, 57 450 pesetas.

### Pays-Bas.

Le 4 novembre, à la direction des mines de l'État, dans le Limbourg hollandais, à *Heerlen*, fourniture de rails légers avec éclisses pour voies ferrées.

### Autriche-Hongrie.

Le 26 février, aux chemins de fer de l'État autrichien (ligne du Nord), à *Vienne*, fourniture de 30 essieux pour locomotives, et 700 id. pour wagons en acier doux Martin.

### Bulgarie.

Le 7 novembre, à l'administration de la ville, à *Sophia*, fourniture de 1 735 hydromètres rapides, 100 000 francs ; caut. 5000 fr.

### Turquie.

Prochainement, au chemin de fer Hamidié-Hedjaz, à *Constantinople*, fourniture de 30 wagons découverts à marchandises de 25 tonnes, 4 locomotives avec tenders et 1 grue à vapeur de 13 tonnes.

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 26 Octobre 1907.*

## FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 264 |
| — — p. bénéf. | 153 |
| Cie française matériel | 613 |
| Compt. matér. usines à gaz | 1 685 |
| Cie générale française tramways | 575 |
| — parisienne tramways | 144 |
| Creusot (Schneider) | 1 900 |
| Distribution d'énergie électrique | 490 |
| Dyle et Bacalan | 564 |
| Éclairage électrique | 238 |
| Édison (Cie continentale) | 931 |
| Électricité (Cie générale) | 700 |
| Électricité de Paris | 375 |
| — p. bénéf. | 480 |
| Électro-métallurgique Dives | 386 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen | 450 |
| Fives-Lille | 344,50 |
| Forces motrices Rhône | 581 |
| — p. fond. | 595 |
| Forges de la Méditerranée | 1 110 |
| Franco-belge matériel | 785,50 |
| Métropolitain | 517 |
| Nord de la France | 820 |
| — nos 5 001 à 10 000 | 810 |
| — p. fond. | 2 325 |
| Parisienne électrique | 255 |
| — p. bénéf. | 306 |
| Secteur place Clichy | 1 049 |
| — rive gauche, Paris | 282 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 940 |
| — gr. coup. | 874 |
| Téléphones (Société industrielle) | 315 |
| Thomson-Houston | 567 |

## BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse | 1 247,50 |
| — Thiriau | 490 |
| Ateliers Willebroeck | 232,50 |
| Beer | 503 |
| Cockerill | 1 757 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 837,50 |
| — ordin. | 452,50 |
| Cie internationale d'électricité | 350 |
| Electr. Seraing | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.) | 365 |
| Entreprises élect. (Société belge) | 738,50 |
| — p. fond. | 1 535 |
| Union électrique A. E. G. | 300 |

## ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft | 201,25 |
| Bergmann | 267 |
| El. A. G. Lahmeyer | 127,25 |
| Min et Genest | 134,50 |
| Schuckert | 106,50 |
| Siemens et Halske | 177,25 |

## SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth | 435 |
| Brown Boveri | 2 070 |
| Franco-suisse électr., Genève | 467 |
| Motor | 600 |
| Oerlikon | 440 |

# COURS DES MÉTAUX

(Londres)

| | SAMEDI 19 OCTOBRE | SAMEDI 26 OCTOBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine* | 40 à 44 | 42 à 44 |
| *Cuivre* | 57,10 à 56,5 | 58,10 à 58,5 |
| *Étain* | 145,10 à 142,15 | 143,10 à 143 |
| *Plomb* | 19,5 à 19,12/6 | 18,15 à 18,5 |
| *Zinc* | 21,15 à 22,12/6 | 21,15 à 22,10 |

Tome LIII. Samedi 9 Novembre 1907. 14e Année. — N° 45.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Électriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

**L'ÉNERGIE**

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## NÉCROLOGIE

### E. Danielson.

Après Winter, l'industrie électrique vient encore d'éprouver une perte très sensible en la personne de E. Danielson, l'un des plus célèbres ingénieurs suédois, frappé également à la force de l'âge. Danielson était né à Voxna en 1866, et après de sérieuses études, il devint en 1890, ingénieur de la Wenstrom Consolitated Dynamo and Motor Co, de Lynn (U. S. A.), puis de la Thomson Houston Co, qui fusionna peu après avec l'Edison Company de Schenectady pour former la General Electric Co. Pendant les deux années qu'il passa en Amérique, Danielson eût à entreprendre des travaux très importants et acquit ainsi des connaissances très étendues sur la construction des machines.

Après avoir visité les principales usines européennes, il entra en 1892 comme ingénieur en chef de l'Allmanna Swenska Elektriska Aktiebolaget de Westeras (Suède). En 1895, il quitta cette firme pour s'établir ingénieur conseil, mais en 1900 il rentra à son service comme directeur technique; en 1903, par suite de sa maladie, il fut obligé d'abandonner en partie cette fonction. Comme on le sait, Danielson a joué un rôle important dans le développement des courants polyphasés, et les premières installations exécutées par lui fonctionnent encore de la manière la plus satisfaisante. Entre autres inventions remarquables, on lui doit la généralisation du montage en cascade par l'emploi de moteurs à nombre de pôles différents. Enfin, pendant ces dernières années, il s'était beaucoup occupé de la question de la traction par courant monophasé, et il a publié de fort intéressantes études sur les moteurs utilisables pour ce genre de traction.

## TRACTION

### France.

Nous apprenons que la Compagnie des Chemins de fer de l'Est a passé une commande de 1200 wagons aux ateliers belges Nicaise-Deleuve. Elle est de plus en pourparlers avec des usines françaises pour une commande de 3 000 wagons.

De son côté, la Compagnie des Chemins de fer P. L. M. est en pourparlers pour une commande importante de locomotives, voitures à voyageurs et wagons.

### Suisse.

La *Feuille Fédérale Suisse* annonce que les communes de Chiasso, Balerna, Coldrerio, Mendrisio, Capolago et Riva S. Vitale ont obtenu l'autorisation pour l'établissement d'un tramway électrique à voie étroite de Chiasso à Riva S. Vitale. La ligne aura une longueur d'environ 12 kilomètres.

### Italie.

L'établissement d'une ligne électrique à double

voie de Milan à Gênes est à l'état de projet; la longueur sera de 136 kilomètres et l'on prévoit 19 tunnels, dont l'un d'une longueur de 20 kilomètres. La station centrale hydro-électrique aura une puissance de 24 000 kilowatts

Les trains de voyageurs, de 150 tonnes, seront composés de 3 voitures contenant 50 personnes; ils seront remorqués par des locomotives à deux bogies du poids de 45 tonnes et équipées avec 5 moteurs de 220 k. w. La vitesse maxima sera, en palier, de 128 kilomètres à l'heure, et de 86 kilomètres en rampe. Les trains seront au nombre de 20 par jour et toutes les deux heures circulera un express, de manière à transporter 6 000 personnes par jour. De plus, 70 à 100 trains de marchandises, du poids de 700 tonnes, circuleront journellement; ils seront composés chacun de 30 wagons; leur vitesse sera de 32 à 35 kilomètres à l'heure.

On a prévu la construction de 372 ponts pour la traversée de la voie; il n'y aura aucun passage à niveau.

L'évaluation du coût total se monte à 235 millions.

## LÉGISLATION

La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie portant qu'un règlement d'administration publique détermine l'organisation du contrôle de la construction et de l'exploitation des distributions d'énergie électrique; le *Journal officiel* du 26 octobre 1907 publie le décret suivant :

*Distributions établies en vertu de concessions accordées par l'État et distributions empruntant en tout ou en partie la grande voirie en vertu de permissions.*

Art. 1er. — Le contrôle des distributions d'énergie électrique établies en vertu de concessions accordées par l'État et des distributions empruntant en tout ou en partie la grande voirie en vertu de permissions, est exercé dans chaque département par un ingénieur en chef.

Deux ou plusieurs départements peuvent, par décision spéciale du ministre des travaux publics, être réunis en une circonscription unique.

Art. 2. — L'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique est assisté d'agents dont le nombre et la répartition sont arrêtés par le ministre des travaux publics suivant l'importance des distributions à contrôler.

Art. 3. — L'inspection des services de contrôle est assurée par des inspecteurs généraux.

Art. 4. — Les inspecteurs généraux, ingénieurs en chef et autres agents du contrôle sont nommés par arrêté du ministre des travaux publics et pris dans les cadres des ponts et chaussées, des mines ou des télégraphes, sous réserve des dispositions de l'article 7.

Les ingénieurs en chef et les autres agents du contrôle sont pris dans le personnel en service dans le département.

*Distributions établies en vertu de concessions données par les communes et les syndicats de communes et distributions empruntant exclusivement les voies vicinales ou urbaines en vertu de permissions.*

Art. 5. — Les agents désignés par les municipalités pour le contrôle des distributions établies en vertu de concessions données par les communes et les syndicats de communes, et des distributions empruntant exclusivement les voies vicinales et urbaines doivent remplir les conditions de capacité fixées par le ministre des travaux publics.

Art. 6. — Ces agents sont soumis à la surveillance de l'ingénieur en chef du contrôle. Des arrêtés du ministre des travaux publics déterminent les conditions de détail dans lesquelles est exercée cette surveillance.

Art. 7. — Les agents des municipalités peuvent, sur la proposition de l'ingénieur en chef du contrôle et avec l'assentiment des municipalités qui les ont désignés, être chargés, par arrêté du ministre des travaux publics, d'assister l'ingénieur en chef pour le contrôle des distributions visées au chapitre 1er.

*Distributions desservant les chemins de fer, tramways et autres entreprises soumises à un contrôle technique de l'administration.*

Art. 8. — Le contrôle des distributions desservant les chemins de fer, tramways et établissements soumis à un contrôle technique de l'administration est assuré par le service chargé de ce contrôle pour es canalisations et installations électriques intérieures de ces voies de transport ou établissements, et par le service du contrôle des distributions d'énergie électrique pour les canalisations extérieures alimentant ces installations.

Il peut être dérogé à cette règle par décision spéciale du ministre des travaux publics.

*Frais de contrôle.*

Art. 9. — Le ministre des travaux publics arrête chaque année les bases d'après lesquelles sont fixés à forfait les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions établies en vertu de permissions ou de concessions.

Ces frais, proportionnels à la longueur des lignes, ne peuvent dépasser 10 francs par kilomètre de ligne et par an pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'État et 5 francs par kilomètre de ligne et par an pour les distributions soumises au contrôle des municipalités sous l'autorité du ministre des travaux publics.

Art. 10. — Pour le calcul des frais de contrôle, les branchements desservant les immeubles ainsi que les canalisations établies sur des terrains particuliers n'entrent pas en compte.

Les canalisations aériennes installées sur le domaine public et empruntant les mêmes supports ou poteaux, et les canalisations souterraines dont les conducteurs sont juxtaposés sont considérées comme formant une seule ligne, dont la longueur est égale à celle de la voie canalisée.

Pour les canalisations établies en partie sur des voies publiques et en partie sur des terrains particuliers, chaque section de canalisation établie sur la voie publique est considérée comme ayant 1 kilomètre au moins, sans toutefois que la longueur totale servant ainsi de base à la fixation des frais de contrôle puisse être supérieure à la longueur réelle des canalisations.

Les frais de contrôle sont calculés par trimestre ; tout trimestre commencé est compté pour un trimestre entier.

Chaque permission ou concession donne lieu à perception des frais de contrôle distincts pour les lignes qu'elle autorise.

Art. 11. — Les frais de contrôle dus aux municipalités sont déterminés par le conseil municipal. Ces frais ne peuvent dépasser 5 francs par kilomètre de ligne et par an.

Art. 12. — Les frais de contrôle dus à l'État sont versés annuellement au Trésor sur le vu d'un état arrêté par le ministre ou par le préfet délégué à cet effet, et formant titre de perception.

Les frais dus aux communes sont acquittés à la caisse municipale sur le vu d'un ordre de versement établi par le maire.

A défaut de payement par l'entrepreneur, le recouvrement est poursuivi en conformité des règles générales de la comptabilité publique de l'État ou de la comptabilité municipale.

Art. 13. — Le tarif maximum des frais de contrôle prévus aux articles 9 et 11 ci-dessus sera revisé au plus tard le 1er janvier 1910.

Après la première revision, le tarif pourra être revisé tous les dix ans.

*Dispositions diverses.*

Art. 14. — Lorsqu'une distribution s'étend sur le territoire de plusieurs départements, elle peut être rattachée au service d'un seul ingénieur en chef.

D'une manière générale, en cas de difficulté relative à la compétence des divers services de contrôle, il est statué par le ministre des travaux publics.

* * *

M. Boutteville, ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur général des travaux publics des colonies, est nommé membre de la Commission instituée par le décret du 31 août 1907 pour la revision de la loi du 11 juin 1880 sur les chemins de fer d'intérêt local et les tramways.

---

## DIVERS

### *Exposition d'Électricité à Marseille.*

La ville de Marseille, qui compte aujourd'hui plus de 500 000 habitants, se trouve enfin dotée, après une longue période d'attente, d'un réseau de distribution électrique.

D'autre part, toute la région du Sud-Est de la France, jusqu'ici desservie seulement par un certain nombre d'installations locales de peu d'étendue, voit se créer, sous l'impulsion de puissantes sociétés, un vaste réseau de distribution alimenté par une série d'usines hydro-électriques, qui disposeront, avec leurs réserves d'usines à vapeur, d'une force totale de plus de 150 000 chevaux.

Quatre cents communes disséminées dans huit départements et représentant une population de plus de trois millions d'habitants, sont ou vont être, à bref délai, desservies par ce réseau d'un développement sans précédent ; c'est un énorme débouché qui s'ouvre à l'Industrie Électrique dans une région presqu'entièrement fermée jusqu'ici aux multiples applications de l'énergie électrique.

En présence de cette situation toute spéciale, l'organisation, à Marseille, en 1908, d'une Exposition internationale des Applications de l'Électricité semble devoir constituer une œuvre essentiellement utile et du plus haut intérêt, puisqu'elle poursuivra un double but : mettre sous les yeux du public, judicieusement groupées dans une exposition d'ensemble, les nombreuses applications dont l'Électricité est susceptible dans toutes les branches de l'activité humaine, et établir, au profit de l'Industrie Électrique, des relations commerciales nouvelles avec une région importante qui, grâce à ces applications, pourra transformer ses moyens d'action et entrer dans la voie du progrès.

Aussi, ce projet a-t-il été très favorablement accueilli dans tous les milieux.

L'Exposition Internationale des Applications de l'Électricité répond donc à un véritable besoin, et la sympathie qui lui est témoignée, ainsi que l'importance des intérêts en jeu, permettent d'escompter pour elle un entier succès.

La ville de Marseille, reconnaissant l'utilité incontestable de l'entreprise, a mis à la disposition du Comité le parc du Rond-Point du Prado, qui fut

utilisé, en 1906, pour l'Exposition Coloniale. Ce parc, d'une superficie de 25 hectares, se prête admi rablement, avec ses aménagements, à l'entrepris

Les installations existantes de ce parc seront projetée.
d'ailleurs complétées par une série de constructions nouvelles permettant de donner à l'Exposition Internationale des Applications de l'Électricité toute l'ampleur nécessaire.

L'Exposition a confié la défense de ses intérêts généraux à un Conseil supérieur sous la présidence du Maire de Marseille.

Un Comité de propagande, subdivisé en quatre groupes : Paris et départements, région des Alpes, région des Pyrénées, Étranger, et qui a son siège à Paris, prêtera son concours au Conseil supérieur de Marseille et fournira aux industriels désireux de participer à l'Exposition toutes les facilités nécessaires.

Un Comité technique composé de spécialistes de l'Industrie et des Sciences assistera les Commissaires généraux dans l'organisation des différentes sections de l'Exposition, afin de la rendre aussi intéressante et instructive que possible.

L'Exposition sera ouverte le 19 avril 1908 et sera clôturée le 31 octobre.

Des expositions spéciales, Horticulture, Beaux-Arts, Automobilisme, etc., ainsi que des Congrès scientifiques et autres seront organisés afin d'augmenter l'intérêt et la portée de cette Exposition.

Elle comprendra les groupes principaux suivants dont chacun sera subdivisé en un certain nombre de classes :

1°. — Transport et distribution de l'énergie électrique.

2°. — Applications de la force motrice électrique à l'industrie en général.

3°. — Applications de l'énergie électrique à l'industrie domestique.

4°. — Applications aux usages domestiques.

5°. — Éclairage public et éclairage privé.

6°. — Chauffage et ventilation.

7°. — Applications aux Appareils de levage et de manutention.

8°. — Applications aux Mines et Carrières.

9°. — Applications à la Traction.

10°. — Applications à l'Agriculture.

11°. — Applications à l'Art militaire et au Génie maritime.

12°. — Électro-Chimie, Électro-Métallurgie et industries qui s'y rattachent.

13°. — Télégraphie et Téléphonie.

14°. — Électricité médicale.

15°. — Instruments de mesure et de contrôle.

16°. — Matières premières et produits utilisés par l'Industrie électrique.

17°. — Enseignement de l'Électricité.

Vu le but spécial assigné à l'Exposition — démonstration de toutes les *Applications* de l'Électricité — elle ne comprend pas de groupe pour la « *Production de l'Énergie électrique* », mais les constructeurs pourront exposer des plans, photographies, maquettes ou modèles des machines de leur fabrication ou des usines génératrices exécutés par leurs soins.

L'Exposition disposera des quantités d'énergie nécessaire pour le fonctionnement des appareils exposés, sous forme de courants continus, alternatifs et triphasés de différentes tensions.

Les sections 7, 8, 9 et 10 présenteront un intérêt particulier pour les constructeurs spécialisés sur les objets qui s'y rattachent.

En effet, les appareils de levage et de manutention à commande électrique sont susceptibles de recevoir de très nombreuses applications sur les Quais et

dans les Docks, Entrepôts ou Magasins de Marseille et des autres ports de la région où le besoin de remplacer la main-d'œuvre par un outillage mécanique se fait de plus en plus sentir.

Les applications aux Mines et Carrières sont également susceptibles d'un grand développement dans une région qui comporte plusieurs bassins miniers et de très nombreuses et importantes exploitations de bauxites.

Quant à la section de la Traction électrique, l'Administration de l'Exposition compte lui donner une ampleur particulière, justifiée dans l'espèce par le fait que Marseille possède aujourd'hui un réseau de tramways de 150 kilomètres d'étendue dont les installations modernes seront visitées avec intérêt par les spécialistes, en même temps que le matériel figurant à l'Exposition.

Les applications à l'Agriculture également ne manqueront pas d'intéresser vivement les populations rurales du Midi, et l'Administration de l'Exposition croit devoir attirer tout particulièrement l'attention des constructeurs sur les besoins spéciaux qui se manifestent dans la région, au point de vue des irrigations. Des étendues de terrain immenses échappent encore à la culture par le seul fait de l'absence d'eau et il y a place pour des milliers de pompes électriques, qui trouveront facilement à s'alimenter dans les nappes souterraines relativement abondantes des terrains d'alluvion des bassins du Rhône et de la Durance.

Enfin, Marseille, en raison de ses relations constantes avec les Colonies, reçoit tous les ans de nombreux visiteurs des pays d'Outre-Mer et l'Exposition Internationale d'Électricité contribuera sans doute dans une large mesure à l'expansion, au profit des constructeurs, des débouchés de l'Industrie électrique dans les Colonies.

### *Les installations électriques du nouveau transatlantique de la Compagnie Cunard « Lusitania ».*

La station centrale d'électricité est située sur une plate-forme à l'arrière de la chambre des machines; elle comprend quatre groupes électrogènes identiques, de 375 K. W. chacun et fournissant du courant continu à 110 volts. Les moteurs de ces groupes sont des turbines Parsons tournant à 1200 tours à la minute, et pouvant supporter une surcharge de 10 °/o pendant 2 heures. La consommation de vapeur garantie à pleine charge est de $21^{kgr},8$ par K. W. H., et de $27^{kgr},6$ à demi-charge. En outre de l'éclairage, ces groupes alimentent onze ascenseurs ou monte-charges électriques, dont l'emploi à bord constitue une nouveauté; ils sont affectés à divers services, comme l'indique le tableau suivant:

| | NOMBRE | COURSE EN MÈTRES | CHARGE EN KIL. | PUISSANCE ABSORBÉE en H. P. | VITESSE EN M. SEC. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ascenseurs pour passagers.. | 2 | 11 | 500 | 8 | 0,75 |
| Monte-charges pour bagages.. | 2 | » | 2 000 | 15 | 0,50 |
| Monte-charges pour le service. | 2 | » | 500 | 5 | 0,50 |
| Monte-plats. . . . . . | 3 | 3 | 100 | 1,5 | 0,30 |
| Éjecteurs d'escarbilles. . . . | 2 | 18 | 100 | 3,5 | 1,00 |

Ces appareils sont munis en général de freins électro-magnétiques actionnés par le courant des moteurs et agissant lorsque celui-ci est coupé. La commande se fait à la main ou automatiquement par un dispositif électro-magnétique.

Pour hisser les embarcations, l'on se sert d'un treuil commandé par un moteur série de 14 H. P. à 600 tours, pouvant supporter une surcharge de 100 °/o; la vitesse du câble est de $1^{m},25$ à la seconde.

Sur le pont sont installées 4 grues d'une puissance de 1,500 kilos, dont l'une a un rayon d'action

de $5^m,4$ et les autres de $7^m,8$. Le moteur principal est de 15 H. P. et le moteur auxiliaire pour opérer la rotation est de 2,5 H. P.

Pour le tirage forcé, l'on a prévu 32 ventilateurs de 50 H. P. à une vitesse de 450 tours à la minute, donnant une pression de $8^{cm},2$. Les moteurs sont complètement cuirassés et leur refroidissement est assuré par un petit ventilateur spécial placé du côté du collecteur. Leur vitesse peut être réglée de la chambre des machines. Deux ventilateurs, actionnés par des moteurs série, assurent l'aération de cette dernière; le déplacement d'air est de 470 mètres cubes à la seconde, pour une vitesse de 315-450 tours à la minute. Le réglage de cette vitesse s'opère en couplant les bobines d'excitation en série ou en parallèle, sans emploi de rhéostats.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Carbure de calcium.* — La production des usines existant à l'heure actuelle peut atteindre 20 000 tonnes par an, et, pendant l'année 1907, on prévoit que les nouvelles usines actuellement en construction doubleront cette production. Pour 1909, la puissance des usines nouvelles destinées à la fabrication du carbure dans tous les pays d'Europe dépassera 60 000 H. P.

On sait que le carbure est employé, non seulement pour la production de l'acétylène, mais qu'il a trouvé une application en agriculture dans la préparation de la cyanamide.

***

*Cuivre.* — L'Union des Sociétés de constructions électriques allemandes a examiné récemment la situation qui était faite aux sociétés par la baisse du cuivre et le maintien du prix élevé des autres matières premières. Elle a décidé, eu égard surtout aux exigences de la main-d'œuvre, de ne pas modifier pour le moment les augmentations des prix de vente introduites l'an dernier d'un commun accord.

***

*Radium.* — Un explorateur a trouvé récemment de nombreuses traces de radium aux environs du tunnel du Simplon, il attribue cette découverte à la très grande chaleur qui règne dans ces parages.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Société d'Éclairage électrique du secteur de la place Clichy, à Paris.* — Le bénéfice net de l'exercice clos au 30 juin dernier est de 704 912 francs contre 715 067 francs pour l'exercice 1905-1906. Le dividende proposé est de 45 francs, égal au précédent.

*Mines et Fonderies de Pontgibaud.* — Cette Société a réalisé en 1906-1907 un bénéfice net de 251 753 francs, légèrement supérieur à celui de l'exercice précédent. Le dividende reste fixé au même chiffre que l'an dernier, soit 17 fr. 50 par action.

*Aciéries de France.* — L'exercice 1906-1907 a été excellent pour cette Société: déduction faite des charges et amortissements statutaires sur constructions et matériel, il a laissé un bénéfice disponible de 1 533 541 francs contre 1 227 156 francs l'exercice précédent, soit une augmentation de 306 385 francs. Il en est fait la répartition suivante : amortissement de dépenses de premier établissement, 528 896 francs; mise en exploitation des houillères, 164 860 francs ;

à la réserve légale, 41 989 francs; à la réserve spéciale, 385 296 francs; dividende de 20 francs par action (contre 15 francs l'an dernier), 412 500 francs.

Les bilans des deux derniers exercices au 30 juin se résument comme suit :

ACTIF

| | | 1907 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Immobilisé et à amortir. . . | fr. | 37 523 789 | 35 714 115 |
| Réalisable et disponible. . . . . | | 12 725 284 | 9 411 592 |
| Totaux. . . . . | fr. | 50 249 073 | 45 125 707 |

PASSIF

| | | 1907 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Envers la société : capital. . | fr. | 12 500 000 | 10 000 000 |
| — réserves. . . . | | 22 897 031 | 21 464 146 |
| Envers les tiers : obligations. . . | | 7 250 000 | 7 686 500 |
| — créditeurs.. . . | | 6 068 501 | 4 747 905 |
| Bénéfices. . . . . . . . . . . | | 1 533 541 | 1 227 156 |
| Totaux. . . . . | fr. | 50 249 073 | 45 125 707 |

*Le Creusot.* — On s'attend à une prochaine commande de canons pour le compte du gouvernement français. Quant à la commande pour le compte de la Grèce, enlevée de haute lutte à une usine étrangère, après examen comparé des modèles proposés, elle est sur le point d'être mise à exécution.

*Métropolitain.* — La Compagnie continue à s'occuper activement du perfectionnement de ses lignes déjà existantes et de l'achèvement de celles qui sont en construction. Elle a présenté au Conseil municipal un projet de création de baies à l'air libre sur plusieurs des stations de la ligne n° 1 et elle poursuit le doublement de la voie dans la boucle terminale de la place d'Italie. Elle construit pour la circulaire-sud un deuxième quai à la station Étoile. Enfin les travaux sont poussés sur la ligne Clignancourt-Châtelet de façon à permettre son ouverture vers la fin de 1907 ou, au plus tard, au commencement de 1908.

*Société française de Tramways électriques et de Chemins de fer.* — L'exercice 1906 n'a guère été plus favorable que le précédent : si les bénéfices ont augmenté, passant de 3 725 francs net en 1905 à 32 816 francs en 1906, le portefeuille a encore diminué par la réalisation des actions et des parts de fondateur de la Société générale des Tramways électriques en Espagne, ce qui réduit encore la source des revenus.

Les comptes de profits et pertes des deux derniers exercices se résument comme suit :

| CHARGES | | 1905 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Frais généraux.. . . . | fr. | 44 657 | 69 298 |
| Service des obligations. . . . | | 72 861 | 71 662 |
| Intérêts en banque et divers.. . | | 79 759 | 4 410 |
| Différences pour solde sur évaluations et réalisations.. . . | | » | 81 051 |
| Totaux. . . . | fr. | 197 277 | 226 421 |

| PRODUITS | | 1905 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Produits du portefeuille. . | fr. | 126 019 | 88 166 |
| Produits d'entreprises et filiales.. | | » | 167 347 |
| Différence d'évaluation sur portefeuille et sur réalisations. . | | 74 983 | » |
| Totaux. . . . | fr. | 201 002 | 255 513 |
| Rappel des charges. . . . . | | 197 277 | 226 421 |
| Bénéfices nets. . . . . | fr. | 3 725 | 29 092 |
| Reliquat de l'exercice précédent. | | » | 3 724 |
| Soldes disponibles. . . . | fr. | 3 725 | 32 816 |

Naturellement, en présence de ce piètre résultat, aucun dividende n'a été réparti et le solde des bénéfices est reporté à nouveau.

Voici quelle est la composition du portefeuille au dernier bilan :

| | | |
|---|---|---|
| Obligations de tramways. . . . | fr. | 645 750 |
| Actions de tramways. . . . . . . | | 2 412 900 |
| Actions de chemins de fer départementaux d'intérêt local dotés d'annuités par l'État et le département. . . . | | 4 454 670 |
| Titres divers. . . . . . . . . . | | 10 000 |
| Total. . . . . . | fr. | 7 523 320 |

*Société des anciens Établissements Lacarrière. Paris.* — Dividende 1906-1907 : 15 francs par action.

*Métallurgique de Couillet.* — La société fermière a été constituée sous le nom de Société des usines métallurgiques du Hainaut, au capital de 4 1/2 millions en 45 000 actions de 100 francs, souscrites notamment par M. Edmond Goudchaux, 10 000; les Aciéries du Nord et de l'Est, 5 000 ; la Métallurgique de Couillet, 9 000 ; la Banque de Paris et des Pays-Bas, 5 000; M. Honoré Lemaire, 6 800; M. Epiphane Brasseur, 3 400 ; M. P. Van Laër-Delebart, 2 000.

Le conseil d'administration se compose de MM. Edmond Goudchaux (Paris), Lucien Bailly (Nancy), Jules Bernard (Paris), Epiphane Brasseur (Bruxelles), Paul Dumat (Paris), Mathieu Goudchaux (Paris), Gaston Griolet (Paris), Honoré Lemaire (Valenciennes). Maximilien Loriaux (Ham-sur-Sambre), Maurice Métayer (Paris), Louis Parent (Paris), François Villain (Nancy), Jules Jacobs (Bruxelles).

Le collège des commissaires comprend : MM. Edouard Branquart (Valenciennes), Albert Moussoux (Liège), Victor Oblin (Bruxelles), Fernand Raty (Paris), Emile Terquem (Paris), Jules Turbot (Anzin), Pierre Van Laër-Delebart (Lille). Le directeur est M. Paul Keim.

*Tramways de Livourne.* — Le dividende de l'action ordinaire sera probablement de 7 francs pour l'exercice 1906-1907; des augmentations de salaires, comme dans la plupart des exploitations italiennes, ont empêché qu'il fût plus élevé ; ce dividende ne représentera qu'une partie du bénéfice réalisé, une somme d'environ 2 fr. 60 par action ordinaire étant, pour la dernière fois, consacrée au remboursement du solde des actions privilégiées en retard d'amortissement ; le tableau d'amortissement sera ainsi mis à jour, et en 1918 les actions ordinaires resteront seules pour le partage des bénéfices ; la concession expire en 1955.

La société compte étendre bientôt son réseau par la construction de la ligne porte Colline, dont la concession lui a été accordée récemment, sauf ratification gouvernementale ; d'autre part, le trafic pourra se ressentir de l'inauguration prochaine de la nouvelle gare qui doit desservir la nouvelle ligne du chemin de fer Livorno-Vada, de la mise en ex-

ploitation du funiculaire de Montenero, de l'extension des établissements des eaux de la Santé, de l'aménagement du port de Livourne, pour lequel le gouvernement a voté des sommes importantes.

*Tramways de Kiew.* — A la dernière assemblée générale il a été déclaré que sur les 20000 actions de 250 roubles dont se compose le capital actuel de la société russe, la société belge en détient 13834. L'intérêt de cette dernière société dans le capital de la firme russe était de 9684 sur 14000 actions avant l'augmentation de son capital, et ces titres ont donné pour l'exercice écoulé un dividende de 45 1/2 roubles.

*Tramways de Catane.* — On prévoit que les résultats de 1907 permettront une répartition égale à celle de l'année dernière, soit 4 francs par titre à 37000 actions au lieu de 24000, et alors que la moitié à peine du nouveau capital a été consacrée aux travaux. Les recettes tramways et éclairage progressent plus rapidement que dans beaucoup d'exploitations en période d'établissement ; par la suite il y aura lieu de tenir compte de l'intervention de nouveaux facteurs de développement : construction de la double voie, remplacement du passage à niveau d'Ognina par un viaduc, création de lignes nouvelles, progrès de l'éclairage électrique.

*Tramways de Buenos-Aires.* — Nous avons annoncé dans notre numéro du 26 octobre, page 63, la prochaine émission d'actions des Tramways de Buenos-Aires. Le syndicat international qui a mis sur pied cette colossale entreprise, prépare, en effet, cette émission, qui portera seulement sur un nombre maximum de 200 000 actions de capital, avec 50 000 parts de dividende. Le capital totalement souscrit comporte 650 000 titres de chacune des espèces d'actions. Les actions de capital touchent un premier dividende de 4 1/2 % et le superbénéfice se partage par moitié entre les deux catégories d'actions, après prélèvement des 10 % de tantièmes statutaires.

*Central électrique du Nord.* — La société l'Énergie électrique, créée pour l'exploitation de l'usine de Wasquehal, vient d'être déclarée concessionnaire des services du gaz et de l'électricité de la ville de Roubaix.

*Trust franco-belge de tramways et d'électricité.* — A l'assemblée générale du 5 octobre dernier, le conseil d'administration a soumis à l'approbation le bilan et le compte profits et pertes de l'exercice clôturé au 30 Juin 1907.

ACTIF

| | | |
|---|---|---|
| Frais de constitution. . . . | 51 747fr,99 | |
| Amortissements. . . . | 16 047 99 | |
| | | 35 700fr » |
| Mobilier. . . . . . . . | 28 648fr,65 | |
| Amortissements. . . . | 24 982 35 | |
| | | 3 666 30 |
| Différence sur nominal des obligations. . . . . . | 448 611 50 | |
| Amortissements. . . . | 26 018 50 | |
| | | 122 593 » |
| Caisses, banquiers et débiteurs. . . . . | | 992 714 58 |
| Comptes débiteurs. . . . . . . . . | | 190 694 49 |
| Portefeuille titres. . . . . . | 6 115 278 90 | |
| Amortissements (exercice 1906-1907). . . . . | 225 000 » | |
| | | 5 890 278 90 |
| Effets à recevoir. . . . . . . . . . | | 146 040 65 |
| Coupons à encaisser. . . . . . . . . | | 152 290 49 |
| Comptes d'ordre. . . . . . . . . . | | 313 171 35 |
| | | 8 147 149fr,76 |

PASSIF

| | | |
|---|---|---|
| Capital : | | |
| 30 000 actions privilégiées de 100 francs. . . . . | 3 000 000 » | |
| 30 000 actions de dividende. | » | |
| | | 3 000 000 » |
| Obligations : | | |
| Titres créés. . . . . | 6 000 | |
| Titres sortis au tirage ou rachetés. . . . . . | 310 | |
| En circulation. . . | 5 690 de 500 fr. | 2 845 000 » |
| Fonds de réserve légal. . . . . . . . | | 40 957 42 |
| Coupons à payer. . . . . . . . . . | | 69 023 50 |
| Obligations à rembourser. . . . . . . | | 8 980 7 |
| Effets à payer. . . . . . . . . . . | | 200 000 » |
| Créditeurs divers. . . . . . . . . . | | 1 552 910 73 |
| Opérations en cours. . . . . . . . . | | 113 642 47 |
| Comptes d'ordre. . . . . . . . . . | | 313 171 35 |
| A reporter. . . . . . . . . . . . | | 3 464 29 |
| | | 8 147 149fr,76 |

PROFITS ET PERTES

| DÉBIT | | CRÉDIT | |
|---|---|---|---|
| Frais généraux et d'administration. . . . | 64 914fr,08 | Report de l'exercice précédent. . . . | 3 148fr,99 |
| Contributions et patente. | 4 228 61 | Dividendes, bénéfices et rentrées. . . . | 474 016 77 |
| Intérêts aux obligations et différence sur nominal des obligations. . | 117 514 25 | | 477 165fr,76 |
| Intérêts divers. . . . | 20 621 56 | | |
| Amortissements divers.. | 41 362 97 | | |
| Amortissement sur portefeuille. . . . . . | 225 000 » | | |
| A reporter. . . . . | 3 464 29 | | |
| | 477 165fr,76 | | |

*Société d'Électricité Alioth.* — Voici le bilan au 31 Décembre 1906.

ACTIF

| | |
|---|---|
| Immeubles. . . . . . . . . . | 2 019 000fr » |
| Machines et meubles. . . . . . | 2 371 005 » |
| Caisse.. . . . . . . . . . . | 18 882 65 |
| Effets en portefeuille. . . . . . | 8 840 65 |
| Titres, valeurs et participations. . . | 203 985 55 |
| Banquiers. . . . . . . . . . | 841 901 20 |
| Débiteurs divers. . . . . . . | 4 670 950 15 |
| Matières premières.. . . . . . | 1 557 271 40 |
| Marchandises fabriquées et mi-fabriquées. . . . . . . . . . . | 1 999 771 50 |
| Frais de fabrication. . . . . . | 23 562 20 |
| | 13 715 170fr,30 |

PASSIF

| | |
|---|---|
| Actions ordinaires. . . . . . . | 3 000 000fr » |
| Actions de priorité.. . . . . . | 3 000 000 » |
| Emprunt sur obligations à 4 %.. . | 1 000 000 » |
| Emprunt sur obligations à 4 1/2 % de l'année 1899.. . . . . . | 2 000 000 » |
| Emprunt sur obligations à 4 1/2 % de l'année 1906. . . . . . . | 1 000 000 » |
| Réserve d'agio pour les obligations 4 1/2 % de 1899. . . . . . | 60 000 » |
| Créanciers divers. . . . . . . | 1 267 613 10 |
| Acomptes sur commandes nouvelles en exécution.. . . . . . . . | 2 172 132 05 |
| Fonds pour les ouvriers. . . . . | 29 308 80 |
| Fonds de réserve. . . . . . . | 33 398 40 |
| Coupons échus et non touchés. . . | 1 050 » |
| Dividende 5 %. . . . . . . . | 150 000 » |
| Profits et pertes à nouveau. . . . | 1 667 95 |
| | 13 715 170fr,30 |

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 13 novembre, *Commissariat Général de la Marine, Lorient,* fourniture de tuyaux ordinaires et supérieurs en cuivre rouge, sans soudure (4 lots), 17 570 kil., 14 530 kil., 15 090 kil., 9 000 kil. Caut., 2 680 fr., 2 170 fr., 2 540 fr. et 2 130 fr. Durée du marché, 18 mois.

Le 15 novembre, *Mairie du 4e arrondissement, Paris,* à 2 heures, fournitures de :

1° Salpêtre brut : 1 200 000 kilogrammes, en 12 lots de 100 000 kilogrammes.

2° Nitrate de soude : 360 000 kilogrammes, en 4 lots de 90 000 kilogrammes.

3° Chlorure de potassium : 316 000 kilogrammes, en 4 lots de 79 000 kilogrammes.

Le cahier des chargés est déposé au *Laboratoire central des poudres et salpêtres, 12, quai Henri-IV, à Paris.*

Le 16 novembre, *Sous-Secrétariat des Postes et Télégraphes, Paris,* fournitures de tableaux commutateurs pour bureaux centraux téléphoniques (11 lots).

On pourra prendre connaissance du cahier des charges, *rue de Grenelle, n° 103* (direction du matériel et de la construction, 4e bureau), tous les jours non fériés, de 9 heures à midi et de 2 heures à 6 heures, ainsi que dans le bureau télégraphique central des chefs-lieux de département.

Un concours est organisé pour l'établissement dans le département du Finistère, sur trois chemins de grande communication, d'un service public d'automobiles pour un parcours total de 50 kilomètres environ, et moyennant l'allocation par le département d'une subvention pouvant s'élever au maximum annuel de 35 000 francs.

Pour tous renseignements, s'adresser à la *préfecture du Finistère,* à *Quimper,* ou encore chez M. *Willotte,* ingénieur en chef des ponts et chaussées, 6, rue de Brest, à *Quimper.*

Prochainement, *Mairie de Saint-Maur-des-Fossés* (Seine) :

Concours : 1° pour la fourniture et l'installation des moteurs, pompes, et d'un générateur de vapeur ; 2° pour la fourniture et l'installation d'un réservoir en tôle destinés à l'agrandissement de l'usine élévatoire.

La fourniture comprendra : 1° un générateur semi-tubulaire de 50 mètres carrés capable de produire 400 kilogrammes de vapeur à l'heure ; 2° un groupe élévatoire comprenant un moteur à vapeur et une pompe à plongeur à double effet ; 3° deux moteurs et deux pompes centrifuges commandées par courroies, pour le 1er lot.

Un réservoir en tôle de 200 mètres cubes de capacité, de 7m,50 de diamètre et 5m,70 environ de hauteur totale, avec fond de forme tronc conique, pour le 2e lot.

1er lot. — Moteurs, pompes, générateurs. Montant 46 000 francs. Cautionnement 1 600 francs. Frais 800 francs.

2e lot. — Réservoir en tôle. Montant 15 000 francs. Cautionnement 500 francs. Frais 350 francs.

Pour tous renseignements s'adresser à la Mairie.

### Belgique.

Le 27 novembre, à 11 heures du matin, Société nationale des chemins de fer vicinaux, rue de la Science, 14, à *Bruxelles,* ouverture publique des soumissions pour la construction de la section de Genck à Bilsen du chemin de fer vicinal de Genk à Liège (Sainte-Walburge), avec embranchement de Houtain-Saint-Siméon à Liège (Coronmeuse). Montant du devis 191 143 fr. 61. Caut. 19 000 francs.

### Allemagne.

Le 13 novembre, à 10 h. 1/2, direction royale des chemins de fer ; bureau de la comptabilité, Schöneberger-Ufer, 1-4, à *Berlin,* S. W. Fourniture importante de fer en barres, fers feuillards, tôles pour chaudières, tôles ordinaires, fers pour anneaux à ressorts, fers cornières, fers profilés ; parois tubulaires en acier doux pour cheminées de locomotives, etc. Conditions au bureau central de la direction susmentionnée,

Le 15 novembre, au Stadtbauamt, à *Altona,* fourniture et montage d'une grue de port électrique d'une portée de 8 000 kilogrammes.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Cologne* : 1° fourniture d'une grue électrique, 52 000 marks ; 2° installation de l'énergie électrique dans l'hôpital Lindenburg, 75 000 marks ; 3° livraison d'une turbine à vapeur pour le service d'électricité, 280 000 marks.

### Espagne.

Le 14 novembre 1907, Ministère de Fomento, Commission royale du canal Isabelle II, calle de Alarçon, 3, à *Madrid.* Concours pour l'adoption de compteurs d'eau. Le concours comprend les compteurs de tous systèmes et de calibres variant entre 7 et 100 millimètres ; ils pourront être de fabrication nationale ou étrangère. Renseignements à l'administration susmentionnée.

## BREVET A CÉDER

### MANCHONS INCANDESCENTS

Brevet français n° 358 252.

On désire céder ce brevet ou en accorder des licences. S'adresser à M. l'Ing. C. Pieper, Patentanwalt. Hindersinstr. 3. Berlin N. W. 40.

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 2 Novembre 1907.*

### FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 260 |
| Cie française matériel. | 660 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 700 |
| Cie générale française tramways. | 575 |
| — parisienne tramways. | 143 |
| Creusot (Schneider). | 1 915 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 553 |
| Éclairage électrique. | 250 |
| Édison (Cie continentale). | 936 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 367,50 |
| Électro-métallurgique Dives. | 384 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 450 |
| Fives-Lille. | 349 |
| Forces motrices Rhône. | 595 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 115 |
| Franco-belge matériel. | 785 |
| Métropolitain. | 505 |
| Nord de la France. | 811 |
| Parisienne électrique. | 250,50 |
| Secteur place Clichy. | 1 049 |
| — rive gauche, Paris. | 288 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 835 |
| Téléphones (Société industrielle). | 310 |
| Thomson-Houston. | 578 |

### BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 200 |
| — Thiriau. | 460 |
| — Willebroeck. | 220 |
| Beer. | 503 |
| Cockerill. | 1 770 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 850 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 369 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 718 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

### ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 244,75 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 322,50 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 178,50 |
| Elektr. Licht und Kraft. | 142,50 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 182,25 |
| Lahmeyer. | 198,75 |
| Schuckert. | 128,75 |
| Siemens et Halske. | 214,25 |
| Vogt a Haëffner. | 194,35 |

### SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 510 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 600 |
| Brown Boveri. | 2 015 |
| Franco-suisse électrique. | 446 |
| Motor. | 607 |
| Oerlikon. | 370 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 050 |
| Société Louza (Genève). | 515 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 26 OCTOBRE | SAMEDI 2 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 42 à 44 | 40 à 44 |
| *Cuivre.* | 58,10 à 58,5 | 62 à 63 |
| *Étain.* | 143,10 à 143 | 152 à 153 |
| *Plomb.* | 18,15 à 18,5 | 18,12/6 à 19,5 |
| *Zinc.* | 21,15 à 22,10 | 22 à 22,10 |

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE


## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## TRACTION

### *Les commandes de matériel roulant de chemins de fer en France et en Belgique.*

Nous avons assisté, en France, depuis quelques mois, à une orgie de commandes de matériel roulant de chemins de fer, pendant que la clientèle se plaignait amèrement du service de l'exploitation, du mauvais état des locomotives, de l'insuffisance de voitures, de la pénurie de wagons.

Nous avons voulu nous documenter ; nous y avons réussi, et, du même coup, nous avons recherché si, en Belgique, le même mal n'existait pas. Les chiffres que nous nous sommes procurés et que nous allons analyser sont exacts, rigoureusement exacts, ayant été puisés à source sûre. Cela seul donne de la valeur à nos observations.

Déconcertante est la manière dont sont réparties, chaque année, les commandes de matériel, et vainement recherche-t-on les motifs impérieux qui ont fait adopter ce système, ou plutôt cette négation de tout système.

Voici, comme premier exemple et depuis 1881, le relevé, par périodes quinquennales, des commandes de locomotives en France pour les grandes compagnies, en Belgique pour le chemin de fer de l'État :

NOMBRE DE LOCOMOTIVES COMMANDÉES

| | EN FRANCE | | | EN BELGIQUE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MOYENNE | MAXIMUM | MINIMUM | MOYENNE | MAXIMUM | MINIMUM |
| 1881-1885. . . . | 462 | 741 | 227 | 123 | 204 | 69 |
| 1886-1890. . . . | 70 | 137 | 47 | 50 | 117 | 14 |
| 1891-1895. . . . | 126 | 186 | 38 | 56 | 113 | 33 |
| 1896-1900. . . . | 135 | 283 | 75 | 149 | 361 | 87 |
| 1901-1905. . . . | 180 | 315 | 45 | 172 | 200 | 168 |
| Pour la période de 25 ans. . . . . | 195 | 741 | 38 | 110 | 361 | 14 |

Qui dira le motif de cette surprenante variabilité du chiffre des commandes ? Les moyennes, par groupes de cinq années, passent de 70 à 462 en France, de 50 à 172 en Belgique, avec des commandes en une seule année qui vont de 38 à 741 en France, de 14 à 168 en Belgique.

Peu importe, dira-t-on. Le client commande ce dont il a besoin ; on ne peut lui demander davantage. Il commande quand il lui plaît, et l'industrie nationale est là pour recueillir les commandes « avec remerciements ». A ne considérer que les convenances de celui qui commande, on pourrait admettre ce langage — et encore, car il n'est pas indifférent, pour être bien servi et à prix convenable, de commander de façon régulière ou irrégulière. Mais ne

voit-on pas l'effort inutile réclamé des industriels français à qui l'on commande en moyenne 522 locomotives en 1881, 1882, 1883 et 1884, pour ne plus leur en demander que 52 pendant chacune des quatre années 1887, 1888, 1889 et 1890? Ne voit-on pas la situation créée à une industrie spéciale dont les installations sont coûteuses, qui s'est outillée pour livrer à l'État 450 locomotives par an et qui, ensuite, est mise pendant quatre ans à la portion congrue de 50 locomotives? Se figure-t-on les industriels en quête de commandes autres que celles de l'État pour utiliser, au moins en partie, la capacité de production qu'ils ont dû créer à grands frais pour contenter auparavant leur client naturel et de fond, l'État, représenté par les grandes compagnies? Perte de force, perte d'argent, tel est le résultat auquel fatalement on arrive. Il en serait autrement si les commandes du client naturel étaient mieux loties, moins capricieusement réparties. Et l'on ne dira pas que l'administration de l'État en Belgique, les grandes compagnies en France sont forcées d'agir ainsi parce qu'elles vivent au jour le jour, ou bien encore parce qu'elles sont en proie à des difficultés financières. Nul n'est plus sûr du lendemain que ces organismes gouvernementaux, nul n'a moins de souci financier, puisqu'ils battent monnaie avec la signature de l'État.

Ce que nous venons de voir pour les locomotives se reproduit pour les voitures et wagons. Voici les chiffres de commandes en Belgique, avec pour les voitures des variations de 502 à 107 dans les moyennes quinquennales, de 845 à 32 dans les commandes annuelles maximum et minimum. Pour les wagons, deux de ces vingt-cinq années sont vierges de commandes et sont plus particulièrement intéressantes. En 1885 on commande 106 wagons, 210 en 1886, rien en 1887, puis d'un bond 2 000 wagons en 1888! Au moins la seconde année vierge, 1891, est-elle encadrée de deux années ayant donné 1 164 et 799 wagons; c'est de la régularité dans l'irrégularité.

VOITURES ET WAGONS COMMANDÉS EN BELGIQUE

| | VOITURES | | | WAGONS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MOYENNE | MAXIMUM | MINIMUM | MOYENNE | MAXIMUM | MINIMUM |
| 1881-1885. . . . | 107 | 161 | 32 | 1 834 | 3 924 | 105 |
| 1886-1890. . . . | 191 | 316 | 124 | 833 | 2 000 | 0 |
| 1891-1895. . . . | 216 | 364 | 131 | 944 | 1 816 | 0 |
| 1896-1900. . . . | 351 | 795 | 102 | 3 592 | 9 654 | 1 934 |
| 1901-1905. . . . | 502 | 845 | 225 | 2 264 | 3 237 | 1 180 |
| Pour la période. . | 273 | 845 | 32 | 1 873 | 9 654 | 0 |

Pour la France, outre le nombre de véhicules commandés, nous avons pu nous procurer le montant des ordres passés. Comme nombre, on voit des variations de 11 537 à 1 298; comme valeur, de 7 302 000 à 65 629 000 francs, et, si nous entrions dans le détail, nous trouverions à foison des chiffres qui défient toute explication:

VOITURES ET WAGONS COMMANDÉS EN FRANCE

| | NOMBRE | | | VALEUR | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MOYENNE | MAXIMUM | MINIMUM | MOYENNE | MAXIMUM | MINIMUM |
| 1881-1885. . . | 5 110 | 11 537 | 2 417 | 24 170 000 | 31 542 000 | 8 647 000 |
| 1886-1890. . . | 3 283 | 5 163 | 2 188 | 9 816 000 | 14 157 000 | 7 302 000 |
| 1891-1895. . . | 3 632 | 4 286 | 2 907 | 16 750 000 | 20 711 000 | 8 816 000 |
| 1896-1900. . . | 5 139 | 7 292 | 2 554 | 21 636 000 | 29 071 000 | 9 997 000 |
| 1901-1905. . . | 3 406 | 5 533 | 1 298 | 21 564 000 | 65 629 000 | 7 816 000 |
| Pour la période. | 4 114 | 11 537 | 1 298 | 18 987 000 | 65 629 000 | 7 302 000 |

Sans nous attarder davantage à contempler le passé, arrivons à l'orgie de l'année dernière, orgie qui continue d'ailleurs.

Disons encore que nous sommes sûrs de nos chiffres, pour les avoir contrôlés. Voici, en chiffres ronds, le montant des commandes de voitures, wagons et fourgons passées par les principales administrations françaises, y compris l'État, les postes, et les chemins de fer des colonies et pays de protectorat :

| | |
|---|---|
| 1901 à 1904, moyenne 10 millions. . | 40 000 000 fr. |
| 1905. . . . . . . . . . . . | 68 800 000 |
| 1906 (dont 24 200 000 commandés à l'étranger). . . . . . . . . | 137 200 000 |

Cela fait, pour 1905 et 1906, plus de 200 millions, c'est-à-dire plus de cinq fois le montant accumulé des commandes des quatre années précédentes. Et encore faut-il ajouter au chiffre de 137 200000 francs le matériel que les compagnies, pressées et critiquées, ont construit dans leurs propres ateliers, ajoutant ainsi au désarroi général, à la chasse aux ferrures et accessoires.

Ainsi les ateliers nationaux ont dû, du jour au lendemain, exécuter des commandes pour un prix, en 1905, sept fois et, en 1906, près de quatorze fois égal à ce qu'on exigeait d'eux depuis quatre ans. Nous parlons *sommes* et non pas *nombres*, car il va de soi que sous la pression de cette furie de commandes les prix ont été surélevés et les donneurs d'ordres ont payé au minimum 25 % d'augmentation sur les prix qu'ils auraient pu obtenir s'ils avaient été plus prévoyants et avaient mieux étagé leurs commandes. C'est le premier effet du système vicieux suivi.

Mais on aurait tort de croire que c'en est la seule conséquence et plus encore de supposer que l'industrie profite au moins de ce supplément de prix en voyant s'accroître d'autant son bénéfice, ce qui serait en somme assez légitime, puisque ce n'est pas elle qui a créé la situation. La vérité est que cette folle orgie ne profite à personne, tandis que tout le monde est mécontent. Le public grogne parce qu'il est mal servi, les chambres de commerce s'émeuvent, les compagnies et le service du contrôle se renvoient la balle pour avoir été surpris, l'administration des chemins de fer de l'État, qui se contrôle elle-même, est également empêtrée et dans l'impossibilité de faire face aux nécessités du trafic. Chacun est mécontent des autres ou de soi-même.

Cela se conçoit : même avec l'appoint des commandes passées à l'étranger, non sans quelque répugnance, l'industrie française ne pouvait faire le tour de force d'achever en deux ans un travail décuple de celui pour lequel elle était préparée. Même en augmentant à la hâte ses installations, en travaillant jour et nuit, sans trêve ni repos, ni pour le personnel, ni pour l'ouvrier, ni pour les machines, qui, elles aussi, ont besoin de repos, les matières premières mêmes auraient fait défaut, si l'ajustage et le montage avaient pu suivre. Il faut compter avec les forces humaines et la matérialité des choses.

Lorsque cette singulière crise de prospérité sera dénouée et que les choses reprendront leur train normal, il faudra songer aux moyens à employer pour qu'elle ne se renouvelle pas. En Allemagne, où les chemins de fer de l'État et de l'Empire sont aussi le client de fond de l'industrie similaire, le problème préoccupe également d'ailleurs ; on en a eu une preuve récente, le ministre n'ayant pas hésité à fixer, pour les rails du moins, la consommation des trois prochaines années et à faire tout de suite la commande, sans marchander sur les prix [1].

Quels sont ces moyens, les meilleurs ? Nous n'avons pas qualité pour le dire et devons nous borner à cette affirmation : administrer c'est prévoir, et, parmi les dangers qu'il convient d'écarter, se trouve cette inutile convulsion industrielle que nous venons de décrire. Nous avons observé, par le rappel du passé, qu'aucun système n'est suivi qui peut éviter ces crises. Ce système doit exister pourtant lorsque, État, on est puissant, riche et quasi éternel.

*(Moniteur des Intérêts Matériels.)*

***

La Société Alioth (Muncheinsten) construit à l'heure actuelle une locomotive électrique destinée à des essais qui doivent être effectués sur la ligne du

[1] Voir *Éclairage Électrique*, t. LIII, 26 octobre 1907, p. 56.

P. L. M. Le courant monophasé sera transmis aux locomotives par une ligne aérienne et sera transformé en 600 volts pour l'alimentation des moteurs. Les locomotives auront une force de 1 200 à 1 800 H. P. La première machine sera essayée sur les chemins de fer Loetschberg en Suisse, et, si les résultats sont satisfaisants, 20 locomotives du même type seront commandées à la Société Alioth. On a l'intention d'employer ces locomotives sur le parcours de Marseille à Vintimilles et l'on va procéder sous peu à l'électrification de cette ligne.

*
* *

### France.

*Loiret.* — Est déclaré d'utilité publique l'établissement des lignes suivantes de tramways : (réseau d'Orléans et sa banlieue):

1° Prolongements de la ligne du faubourg Saint-Vincent au faubourg Madeleine jusqu'à l'intersection du chemin d'intérêt commun n° 1 avec la rue du Coin-Rond (commune de Fleury-aux-Choux) d'une part, jusqu'au lieu dit « Maison Rouge » (commune de Saint-Jean-de-la-Ruelle) d'autre part ;

2° Ligne de la place du Martroi à Saint-Jean-de-la-Ruelle (commune de Saint-Jean-de-la-Ruelle) ;

3° Ligne du nouveau cimetière au jardin botanique.

*Jura.* — Une conférence à laquelle ont pris part, notamment, M. Etier, chef du gouvernement vaudois, qui présidait ; M. Cère, député du Jura ; M. Barraud, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et M. Tétet, maire des Rousses, a émis le vœu que l'on étudie la construction d'une nouvelle ligne de chemin de fer entre la France et la Suisse avec Morez comme point de départ et Nyon comme arrivée en passant par les Rousses, et d'un tronçon des Rousses au Brassus, près du lac de Joux. Un comité d'initiative va se mettre immédiatement à l'œuvre. La ligne sera exploitée à l'électricité.

Nous avons déjà indiqué dans notre numéro du 2 novembre p. 68 la décision du Conseil Général relative à l'établissement de cette ligne.

*Aube.* — Le Conseil général a définitivement arrêté le réseau départemental des chemins de fer de l'Aube.

Ce réseau comprend une grande ligne circulaire qui part de Romilly, et passe à Origny-le-Sec, Marcilly, Villemaur, Saint-Mards, Maraye, Eryy, Avreuil, Vanlay, Turgy, Cussangy, Chesley, Etourvy, Villiers-le-Bois, Arthonnay, Channes, Bragelogne, Beauvoir, Riceys, Polisot, Bar-sur-Seine, Vitry-le-Croisé, Bar-sur-Aube, Soulaines, Brienne, Ramerupt, Arcis-sur-Aube, Longueville, avec un embranchement sur Méry et Mesgrigny, et un autre embranchement qui rejoint Romilly.

A ce grand réseau circulaire, le Conseil général a décidé d'ajouter les lignes de jonction suivantes :

1° Maraye-en-Othe, à Troyes, par Saint-Germain.

2° Troyes, à la limite de l'Yonne, par Saint-Germain, Souilly, Jougny, Chaource, Cussangy, Prusy, Bernon, Coussegrey, Lignières.

3° Chaource à Bar-sur-Seine.

Enfin le Conseil général a décidé que la ligne de Cunfin serait prolongée jusqu'à Clairvaux.

*Seine-Inférieure.* — Le rapport supplémentaire préfectoral distribué au Conseil général fait connaître la situation de la question des chemins de fer des vallées de la Vienne et de la Saône et parle de la proposition de M. Laborie, ingénieur à Paris, qui consent à construire des lignes à voie de 1 mètre, d'Ouville-la-Rivière à Motteville, et de Gueures à Clères, à fournir le mobilier ainsi que le matériel fixe et roulant, et installer les appareils téléphoniques. La dépense totale s'élèvera à 3 700 000 francs, et comme M. Laborie doit avancer 825 000 francs, le département aura à emprunter 2 875 000 francs.

M. Le Verdier, dans un rapport où il étudie la question dans ses détails, estime, comme l'administration préfectorale, qu'on peut donner suite à la demande de M. Laborie, qui a déjà construit des lignes dans l'Eure (Cormeilles à Pont-Authou), dans

le Doubs et en Algérie. Il demande donc au Conseil d'adopter les conclusions suivantes :

1° Autoriser M. le préfet à passer avec M. Laborie la convention jointe au dossier et à signer le cahier des charges et le bordereau des prix annexés ;

2° Solliciter de l'État une subvention annuelle de 76 409 francs, jusqu'à l'expiration de la concession ;

3° Créer, dès maintenant, les ressources nécessaires pour la réalisation du projet.

Pour amortir l'emprunt de 2 875 000 francs représentant la part du département et l'avance de 825 000 francs à faire par le concessionnaire :

Voter un emprunt de 2 875 000 francs, réalisable en quatre années : 700 000 francs en 1908 ; 900 000 francs en 1909 ; 900 000 francs en 1910 et 375 000 francs en 1911.

Décider en principe l'inscription au budget de 1908 d'une première fraction de 700 000 francs, à valoir sur l'emprunt de 2 875 000 francs.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées à l'unanimité.

M. Laborie a fait d'autre part, au département, une proposition de construction d'une ligne qui relierait celles de la vallée de la Saône et de la Vienne à Rouen par les vallées des rivières de Clères et Cailly, et de l'autre côté à Dieppe par Longueil, Sainte Marguerite, Varengeville et Pourville. Il demande l'étude de cette ligne.

M. Le Verdier présente également un rapport sur cette question dont voici la substance :

En ce qui concerne la ligne d'Ouville à Dieppe, l'étude a déjà été faite et elle a été écartée en raison de grosses dépenses.

Le prolongement sur Rouen est d'une réalisation facile et désirable ; cette ligne est depuis longtemps réclamée, mais reste à savoir si, construite sur voie d'un mètre, elle serait suffisante. Toutefois, sous réserve qu'il n'en résultera aucun engagement du département vis-à-vis des pétitionnaires, M. le Préfet propose d'autoriser le service des chemins de fer départementaux à entreprendre les études des deux prolongements dont il s'agit.

Mais, depuis, M. Laborie a modifié son programme ; estimant toujours que les lignes de la vallée de la Saône seront improductives, il demande, en outre, la construction de Caudebec-en-Caux à Veules et propose de présenter un plan d'ensemble qui comprendrait une ligne de Clères à Rouen par la vallée de Clères et Cailly et une ligne de Veules à Caudebec-en-Caux avec aboutissement à Rouen par Duclair.

Ces conclusions sont également adoptées.

Autriche-Hongrie.

Un groupe financier serait en négociations avec le gouvernement hongrois pour l'établissement d'une ligne électrique rapide entre Vienne et Budapest dont le coût s'élèverait à 200 millions de mark. Le trajet de 280 kilomètres s'effectuerait en deux heures.

Russie.

Le ministre des voies et communications a, dit-on, décidé la construction d'une voie ferrée de Barnéoul (Sibérie) au fleuve Obi. Cette ligne passera par Tomsk, pour aboutir au Turkestan. Elle est appelée à jouer un rôle économique considérable. D'autres embranchements sont prévus.

## TÉLÉPHONIE

Trois lignes téléphoniques ont été établies dans l'Afrique occidentale : elles relient Kayes à Médine, Kita à Bammako, et Bammako à Kulikoro. Le prix des conversations varie de 1 franc à 1 fr. 50 pour 5 minutes. Par suite de ce nouveau réseau, on pourra très prochainement communiquer avec Tombouctou.

## DIVERS

### *Plate-forme électrique pour le transport des bagages.*

La Pensylvania Railroad Co vient de mettre en service un dispositif ingénieux de truck pour le transport des bagages et des malles dans les gares.

Le véhicule en question est analogue à celui que l'on pousse à la main, et qui est usité dans toutes les gares. L'énergie nécessaire est fournie par une batterie d'accumulateurs contenue dans une boîte suspendue à la plate-forme au milieu du châssis. Cette batterie comporte 14 éléments d'une capacité de 136 ampères-heures. Chaque roue arrière est commandée, au moyen d'une double réduction d'engrenages, par un moteur série Westinghouse à 4 pôles, fonctionnant sous une tension de 20 volts.

L'un des points les plus originaux consiste en la manœuvre du combinateur qui s'opère au moyen des brancards servant à diriger le truck. Tant que les brancards sont relevés, le courant est coupé, de telle sorte que la manœuvre est des plus faciles ; la vitesse peut atteindre 8 et 10 kilomètres à l'heure, avec un chargement complet. Au moyen d'un anneau que tient le conducteur, il peut obtenir deux vitesses de régime, et enfin un inverseur permet le renversement de marche.

Ce véhicule a été expérimenté avec succès pendant 6 mois, et permet de transporter une quantité énorme de bagages avec une grande facilité et en n'exigeant qu'un personnel restreint.

* * *

### *Production du tungstène aux Etats-Unis.*

La production des mines de tungstène au États-Unis s'est élevée en 1906 à 928 tonnes de minerai, représentant une valeur de 1 745 000 francs environ. L'augmentation sur l'année 1905 est de 125 tonnes, soit 15,56 %, et de 445 955 francs, soit 29 %.

L'augmentation du prix du tungstène qui s'est produite en 1905 a continuée pendant 1906, et la production a augmentée en conséquence. Il y avait cependant une très grande différence dans les prix du minerai, comme cela arrive toujours pour les mines exploitées irrégulièrement dans des régions peu

fréquentées et lorsque le marché est limité et que les petits producteurs isolés ont bien peu de chances de connaître les acheteurs et les conditions du marché. Les prix pendant l'année ont varié de 25 à 45 francs par unité pour le minerai contenant du trioxyde de tungstène, que l'on appelle souvent à tort « acide tungstique ». Le marché pour les mines de tungstène s'est cependant développé et paraît être maintenant aussi sûr que le marché pour les mines de cuivres et autres. Les maisons ayant besoin d'une grande quantité de tungstène ont obtenu difficilement une provision suffisante et des garanties pour des livraisons futures

La majeure partie de la production provient des mines de la Boulder County (Col.), mais il existe des exploitations en Californie, et dans les provinces d'Arizona, Montana, New-Mexico et Washington.

Les mines de la Boulder County contiennent de la wolframite, tandis que les minerais de Californie consistent principalement en schellite. Les gisements de l'Alaska, du Connecticut, de l'Oregon et de l'Idaho ne sont pas exploités, mais des usines importantes ont été créées à Osceola (Nev.). De nouvelles mines viennent d'ailleurs être découvertes à Murray (Idaho) et seront sans doute bientôt mises en exploitation.

En outre le débouché ouvert par la fabrication des lampes à incandescence, des quantités importantes de tungstate de soude sont employées pour l'ignifugation des étoffes, des toiles, etc., et comme mordant en teinture. Les sels de tungstène sont également utilisés dans les manufactures pour le chargement des soies.

## LÉGISLATION

La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie portant qu'un règlement d'administration publique fixe les tarifs de redevances dues à l'État, aux départements et aux communes, en raison de l'occupation du domaine public par les ouvrages des entreprises concédées ou munies de permissions de voirie ;

Le *Journal Officiel* du 26 octobre publie le décret suivant :

Article premier. — Les redevances pour l'occupation du domaine public par les ouvrages de transport d'énergie électrique alimentant les services publics assurés ou concédés par l'État, les départements et les communes sont proportionnelles à la longueur des lignes, au nombre des supports et à la surface du domaine public occupé ; elles sont perçues conformément au tarif ci-après par l'État, le département et la commune au prorata de la longueur des voies empruntées, suivant que ces voies font partie du domaine public national, départemental ou communal :

| SITUATION DES EMPLACEMENTS du domaine public occupé. | TAUX DE LA REDEVANCE ANNUELLE par mètre de ligne aérienne ou souterraine. | REDEVANCE ANNUELLE FIXE par chaque support (Poteau ou pylône). | TAUX DE LA REDEVANCE ANNUELLE par mètre carré pour les postes de transformateurs et autres établissements analogues avec minimum d'un franc par poste. |
|---|---|---|---|
| Paris. . . . . . . . . | 0fr,10 | 10fr » | 25fr » |
| Communes de 100 000 habitants et au-dessus. . . . | 0 02 | 2 » | 5 » |
| Communes de 20 000 à 100 000 habitants. . . . | 0 01 | 0 50 | 2 50 |
| Communes ayant moins de 20 000 habitants. . . . | 0 005 | 0 25 | 1 » |

ART. 2. — Les redevances pour l'occupation du domaine public par les ouvrages particuliers de transports et par les ouvrages de distribution, quel qu'en soit l'objet, sont fixées au double des taux prévus à l'article premier ci-dessus.

ART. 3. — Les redevances prévues aux articles 1 et 2 pour l'occupation du domaine public communal peuvent, en cas de distribution concédée, et en vertu d'une stipulation spéciale du cahier des charges, soit être réduites par l'autorité concédante pour tenir compte des avantages particuliers réservés à la commune par l'acte de concession, soit être remplacées par des redevances proportionnelles aux recettes brutes totales réalisées dans la commune, sans toutefois pouvoir dépasser les maxima fixés par le tarif ci-après :

| DÉSIGNATION DES COMMUNES | DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE pour l'éclairage. — °/° des recettes. | DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE pour tous autres usages. — °/° des recettes. |
|---|---|---|
| Paris. . . . . . . . . | 10 °/° | 5 °/° |
| Communes de plus de 100 000 habitants. . . . . . . | 4 | 1,5 |
| Communes de 20 000 à 100 000 habitants. . . . | 3 | 1 |
| Communes ayant moins de 20 000 habitants. . . . | 2 | 0,5 |

Les entrepreneurs de distributions établies en vertu de permissions de voirie peuvent demander l'application du tarif maximum prévu au présent article en remplacement du tarif fixé par les articles 1 et 2, à condition de soumettre leurs recettes à la vérification du service du contrôle.

ART. 4. — Pour le calcul des redevances, les canalisations aériennes installées sur les mêmes supports ou poteaux et les canalisations souterraines dont les conducteurs sont juxtaposés sont considérées comme formant une seule ligne, dont la longueur est égale à celle de la voie canalisée.

Les branchements desservant les immeubles ainsi que les supports et appuis établis sur des immeubles particuliers n'entrent pas en compte.

Les recettes brutes réalisées sur la vente du courant sont seules comptées pour le calcul des redevances. Les recettes provenant de l'emploi accessoire de l'énergie pour l'éclairage des locaux où elle est employée industriellement sont assimilées aux recettes provenant de la vente de l'énergie pour tous usages autres que l'éclairage.

Les redevances prévues à l'article 1er et à l'article 2 sont calculées par trimestre et perçues annuellement. Tout trimestre commencé est compté pour un trimestre entier.

Chaque permission ou concession donne ouverture à une redevance distincte.

ART. 5. — Au commencement de chaque trimestre, l'ingénieur en chef du contrôle adresse au directeur des domaines de chaque département un relevé, soumis préalablement à l'acceptation des entrepreneurs de la distribution et portant indication des occupations du domaine public national telles qu'elles existent à la fin du trimestre précédent.

Ce relevé, qui indique la population des communes traversées, la destination des lignes, leur longueur, le nombre des supports en cas de ligne aérienne et la superficie des ouvrages occupant le domaine public, est transmis par le directeur des domaines au receveur compétent, qui calcule les redevances dues par chaque entreprise et procède à leur encaissement conformément aux règles fixées pour le recouvrement des produits et revenus domaniaux.

Pour la perception des redevances dues en raison des occupations du domaine public départemental, le relevé des ouvrages est adressé par l'ingénieur en chef du contrôle au préfet. Le recouvrement des redevances calculées d'après cet état est poursuivi en conformité des règles générales de la comptabilité départementale.

Pour la perception des redevances dues en raison des occupations du domaine public communal, le relevé des ouvrages ou l'état des recettes de la distribution réalisées dans la commune est adressé par l'ingénieur en chef du contrôle au maire. Le recouvrement des redevances calculées d'après ces états est poursuivi en conformité des règles générales de la comptabilité communale.

ART. 6. — Les redevances fixées par le présent décret ne seront applicables aux distributions établies en vertu de concessions accordées avant la promulgation de la loi du 15 juin 1906 qu'à l'expiration de ces concessions ; elles seront applicables aux distributions établies en vertu de permissions de voirie antérieures à la loi, dès l'époque où les conditions fiscales de ces permissions seront susceptibles d'être revisées.

Art. 7. — Les tarifs prévus par les articles 1, 2 et le tarif maximum prévu par l'article 3 du présent décret seront revisés au plus tard le 1er janvier 1913. Après la première revision, ils ne pourront plus être revisés que tous les trente ans.

Les tarifs revisés seront applicables de plein droit à tous les ouvrages existants, sauf stipulations contraires du cahier des charges des distributions concédées en ce qui concerne les redevances dues à l'autorité concédante.

* * *

Le *Journal Officiel* du 31 octobre publie un décret concernant la réglementation des chaudières à vapeur fixes et mobiles.

* * *

M. le lieutenant-colonel Cauboue, chef du bureau du matériel du génie au ministère de la guerre, est nommé membre de la commission technique interministérielle prévue à l'article 4 du décret du 5 mars 1907, concernant l'organisation du service de la télégraphie sans fil, en remplacement de M. le colonel Chevalier.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Aucune hausse à signaler et il n'en peut être autrement, certaines ventes à terme de firmes américaines, sur le marché de Londres, ne seront pas exécutées, dit-on, à l'échéance.

* * *

D'après la *Frankfurter Zeitung* les grandes firmes d'électricité d'Allemagne auraient passé de fortes commandes de cuivre aux fournisseurs américains.

Le même journal annonce que l'Eastern Exploration Company aurait acquis des concessions de terrains et des options où elle mettrait prochainement en exploitation des mines de cuivre, zinc, etc.

* * *

Les pourparlers relatifs au cartel projeté entre les maisons de constructions (grandes et moyennes) d'Autriche, se termineront dans une quinzaine de jours. Il serait signé pour 10 ans.

* * *

Les mines du Nord et du Pas-de-Calais doivent, paraît-il, signer dans quelques jours une convention qui les grouperait beaucoup plus étroitement en un syndicat.

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

*Société d'Electricité Mors.* — Constituée le 27 septembre 1907. — Capital : 650 000 francs. — Siège social : 10, rue Brémontier, Paris.

*Compagnie Française des Fonderies d'Antimoine de Porto (Portugal).* — Constituée le 19 septembre 1907. — Capital : 400 000 francs. — Siège social : 3, rue de Milan, Paris.

*Compagnie Française des accumulateurs électriques « Phœnix ».* — Constituée le 17 septembre 1907. — Capital : 300 000 francs. — Siège social : 173 *bis*, quai Valmy, Paris.

*Société d'Electricité Henri Letorey fils et Cie.* — Durée : 10 ans. — Capital : 80 000 francs. — Siège social : 11, avenue Rapp, Paris.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin.*

Elektrischer Einzelantrieb von Ringspinnmaschinen.

*Compagnie Internationale d'Electricité, Liège.*

Bulletin n° 33. — La commande électrique des machines à papier.

Bulletin n° 34. — Cabestans électriques.

*Ateliers Oerlikon.*

Das Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.

*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.*

Hilfspol-Maschinen.

Motoren-Schaltkästen in Gussgehaüse.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Chemin de fer des Alpes bernoises.* — Nous avons annoncé dans notre numéro du 12 octobre, page *31*, l'admission à la cote des actions et obligations de cette compagnie. Cette société a été fondée à Berne en juillet 1906 pour la construction de l'une des grandes voies d'accès au Simplon.

Le groupe d'entrepreneurs qui a assumé l'exécution des travaux de cette ligne a déjà ouvert ses chantiers et commencé le grand tunnel de 11 kilomètres à percer en cinq ans à travers les Alpes bernoises, à une hauteur de 1 240 mètres. Si rien ne vient contrarier les prévisions, les trains pourront circuler en 1912.

Le capital de la société comporte 21 millions d'actions ordinaires, souscrites par le canton de Berne, les communes et les corporations intéressées, et 24 millions d'actions privilégiées qui ont été émises en juillet 1906. Le solde du capital nécessaire à la cons-

truction, lequel est prévu au total pour 89 millions, sera formé par 29 millions d'obligations 4 % ayant une première hypothèque sur tout l'actif de la société et 15 millions d'obligations 4 1/2 % recevant une garantie hypothécaire en deuxième rang. Ces déterminations sont statutaires et font partie de la constitution même de la société.

La compagnie a émis au mois d'août 1906 les 48 000 actions privilégiées de 500 francs, puis du 15 au 25 octobre 1906 les obligations de l'emprunt hypothécaire premier rang, soit 29 millions en 58 000 obligations de 500 francs, 4 %, rapportant 20 francs net d'impôts actuels français et bernois.

*Mines de Montecatini, à Rome.* — La société vient de décider de cesser l'exploitation de sa mine de cuivre au Val di Nievole. Cette mine, portée au bilan pour un franc, occasionne une dépense d'une trentaine de mille francs par an et n'est susceptible de rendement que lorsque les prix du cuivre sont élevés.

Le syndic de la commune où est située ladite mine, préoccupé du sort des 200 ouvriers qui y sont employés, a demandé au conseil d'administration de laisser en activité les ateliers de lavage.

*Fabrique d'automobiles Fiat, à Milan.* — Cette Société va porter son capital de 9 à 20 millions de lires avec la participation des Compagnies françaises Darracq et de Diétrich.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 20 novembre, à l'inspection générale des Postes et Télégraphes, 12, rue Dumont-d'Urville, à *Alger*, fourniture de fils de cuivre nécessaires au service algérien. Cahier des charges au Sous-Secrétariat des Postes et Télégraphes à Paris.

### Belgique.

Le 26 novembre, aux hospices civils, boulevard du Jardin botanique (hôpital Saint-Jean, à *Bruxelles*, installation de l'éclairage électrique à l'hospice de la Maternité.

Le 27 novembre, à midi, à la *Bourse de Bruxelles*, fourniture, en un seul lot, en 1908, de 400 paires d'éclisses spéciales en fer ou en acier estampé ou en acier moulé pour raccorder les rails du profil Vignole de 40$^{kil}$,650 à ceux de 57 kilogrammes par mètre courant; cautionnement : 1 000 francs. Soumissions recommandées le 23 novembre.

Le 27 novembre 1907, à 11 heures, Société nationale des chemins de fer vicinaux, rue de la Science, 14, à *Bruxelles*, ouverture publique des soumissions pour la construction de la section de Souvret (rue des Fosses) à Fontaine-l'Évêque (station) du chemin de fer vicinal de Chapelle-lez-Herlaimont à Anderlues. Montant du devis, 73 127 fr. 25. Cautionnement, 7 000 francs.

Le 31 décembre, à 10 heures, par devant le commandant du génie de la place de *Bruxelles-Ouest*, rue des Rentiers, n° 40, installation d'un réseau électrique et installation et mise en service des appareils nécessaires à l'éclairage électrique de la nouvelle école militaire à Bruxelles, 7 500 francs à valoir pour imprévus ; cautionnement, 6 000 francs ; prix du cahier des charges : 2 francs ; prix des plans : 40 francs. S'adresser 15, rue des Augustins, à Bruxelles. Soumissions recommandées le 28 décembre.

### République Argentine.

Le 2 décembre 1907, direction générale du chemin de fer central du Nord, à *Buenos-Aires*, fourniture de 30 locomotives.

## BREVETS A CÉDER

### RÉCEPTEURS POUR TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

M. Poulsen, titulaire des deux brevets français ci-après :

N° 357 422, du 1$^{er}$ septembre 1905, pour système de récepteur pour signaux de télégraphie sans fil ;

N° 357 701, du 13 septembre 1905, pour récepteur pour télégraphie sans fil,

Serait désireux d'accorder des licences d'exploitation de son invention ou de céder totalement ou pareillement ses brevets.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Armengaud jeune, ingénieur-conseil, 23, boulevard de Strasbourg, à Paris.

* * *

### MANCHONS INCANDESCENTS

Brevet français n° 358 252.

On désire céder ce brevet ou en accorder des licences.

S'adresser à M. l'Ing$^{r}$ C. Pieper, Patentanwalt, Hindersinstr. 3. Berlin N. W. 40.

## DEMANDE D'EMPLOI

***Ingénieur en chef***, 16 ans de pratique dans le calcul des machines électriques de tous genres dans diverses maisons renommées d'Europe et d'Amérique, cherche situation de chef de bureau dans maison française, parle français, anglais et allemand.

Écrire bureau du journal, F. U.

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 9 Novembre 1907.*

### FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 250 |
| Cie française matériel. | 675 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 668 |
| Cie générale française tramways. | 555 |
| — parisienne tramways. | 145 |
| Creusot (Schneider). | 1 895 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 526 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Édison (Cie continentale). | 925 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 361 |
| Électro-métallurgique Dives. | 380 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 415 |
| Fives-Lille. | 333,25 |
| Forces motrices Rhône. | 596 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 096 |
| Franco-belge matériel. | 720 |
| Métropolitain. | 492,50 |
| Nord de la France. | 805 |
| Parisienne électrique. | 230 |
| Secteur place Clichy. | 1 045 |
| — rive gauche, Paris. | 281 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 800 |
| Téléphones (Société industrielle). | 315 |
| Thomson-Houston. | 567 |

### BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 229,50 |
| — Thiriau. | 460 |
| — Willebroeck. | 215 |
| Beer. | 599,50 |
| Cockerill. | 1 625 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 890 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 709 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

### ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 244,75 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 350 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 179 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 193,75 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 181,80 |
| Lahmeyer. | 144,50 |
| Schuckert. | 126,80 |
| Siemens et Halske. | 210 |
| Voigt Haeffner. | 194,35 |

### SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 540 |
| Brown Boveri. | 1 950 |
| Franco-suisse électrique. | 456 |
| Motor. | 607 |
| Oerlikon. | 365 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 050 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 2 NOVEMBRE | SAMEDI 9 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 40 à 44 | 41 à 45 |
| *Cuivre.* | 62 à 63 | 59,5 |
| *Étain.* | 152 à 153 | 137,10 à 139,5 |
| *Plomb.* | 18,12/6 à 19,5 | 17,15 |
| *Zinc.* | 22 à 22,10 | 21,10 |

Tome LIII. Samedi 23 Novembre 1907. 14e Année. — N° 47.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Électriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

# L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

### *L'Industrie électrique en Italie.*

D'après la notice éditée par le Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce (annoncée dans notre Bibliographie du 19 octobre) le total des installations électriques autorisées en Italie pendant l'année 1906 est de 239, dont 114 extensions d'installations déjà existantes et 125 nouvelles avec leurs stations génératrices : parmi ces dernières, 79 utilisent la force motrice hydraulique et 52 des moteurs à gaz et à vapeur.

Les plus importantes de ces installations sont :

Dans l'Italie septentrionale, les installations de la Societa Lombarda de Milan pour le transport et la distribution de 15 000 K. W. environ dans les provinces de Sondrio, Como et Milan, et celles de la Societa delle forze motrici dell'Anza pour le transport et la distribution de 7 200 K. W. environ dans la province de Novara.

Dans l'Italie centrale, les installations de la Societa mineraria ed elettrica del Valdarno pour le transport et la distribution de 4 400 K. W. environ dans les provinces d'Arezzo, Florence et Sienne ; celles de la Societa della Valnerina pour une fabrique de carbure de calcium près de Narni, et celles de la Societa per Imprese ellettriche di Roma pour le transport et la distribution de 6 000 K. W. environ dans la banlieue nord de Rome.

Dans l'Italie méridionale, les installations de la firme Zecca, Cauli et Cie pour le transport et la distribution de 700 K. W. environ dans la province de Chieti.

Les installations les plus importantes en raison de la quantité d'énergie transmise et de la longueur des câbles conducteurs sont :

Le transport de force du Pont Canavese à Rivarolo de la Societa Manifattura di Rivarolo et San Giorgio Canavese ; celui de Bard à Carema de la Société industrielle électrochimique de Pont Saint-Martin ; celui des chemins de fer fédéraux Suisses pour la traction électrique entre Iselle et Briga ; celui de la Société Conti, de Vigevano à Pavie et à Novare ; celui de la Société électrique Bresciana, de Brescia à Crémone ; sans compter les installations de la Societa Bergamasca de la province de Bergame, celles de la Societa officine elettriche Genovesi sur la rivière du Levant, celles de la Societa del Cellina dans les provinces de Venise et de Padoue, et celles de la Societa Marchigiana pour les usines électriques de la province d'Ancône.

### *Usines électriques Sud-Africaines.*

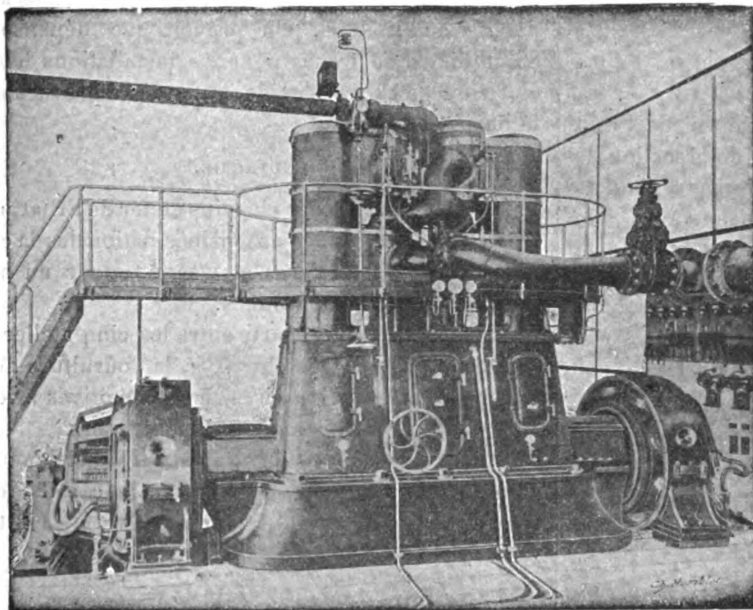
La Victoria Falls Electric Power Co vient d'absorber deux sociétés de distribution, la Rand Central Electric Co et la Rand General Electric Co. On va établir à 2 kilomètres au sud de Germiston une importante centrale principale. L'ancienne usine de la Central Electric va être portée de sa puissance actuelle de 3 000 kw. à 9 000 kw. Les machines doivent être fournies par l'Allgemeine Electrizitäts Gesellschaft de

# MACHINES BELLEVILLE

## A GRANDE VITESSE

## avec Graissage continu à haute pression

### par Pompe oscillante sans Clapets



Machine à triple expansion, de 500 chevaux, actionnant directement deux dynamos

BREVET
D'INVENTION
S. G. D. G.
DU
14 JANVIER 1897

TYPES
de
10 à 5000
CHEVAUX

## SPÉCIMENS D'APPLICATIONS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ministère de la Marine.** | | | | |
| Pour le contre-torpilleur " Pierrier " | 2 | machines | 6 800 | chevaux |
| Pour les torpilleurs 368 et 369 | 2 | — | 4 000 | — |
| Pour le cuirassé " République " (groupes électrogènes de bord) | 4 | — | 600 | — |
| Pour la Station de chargement de sous-marins de la baie Ponty (Bizerte) | 3 | — | 600 | — |
| Companhias Reunidas Gaz e Electricidade, Lisbonne | 6 | — | 5 000 | — |
| Compagnie Générale pour l'Éclairage et le Chauffage, Bruxelles (pour les Stations électriques de Valenciennes, de Catane et de Cambrai) | 7 | — | 2 830 | — |
| Arsenal de Toulon | 5 | — | 1 660 | — |
| Arsenal de Bizerte (Station Electrique de Sidi-Abdallah) | 6 | — | 1 350 | — |
| Société d'Électricité Alioth, pour la Station de Valladolid (Espagne) | 1 | — | 1 200 | — |
| — pour la Station de Nimes | 2 | — | 1 300 | — |
| Compagnie des Mines d'Aniche | 14 | — | 1 152 | — |
| Port de Cherbourg | 8 | — | 830 | — |
| Fonderie Nationale de Ruelle | 2 | — | 800 | — |
| Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité (Orléans) | 1 | — | 750 | — |
| Compagnie Française Thomson-Houston, Paris (pour ses usines d'Alger, d'Arles, de Vitry-sur-Seine, de Tunis et de Marseille) | 6 | — | 658 | — |
| Société Anonyme des Mines d'Albi | 2 | — | 600 | — |
| Société Normande de Gaz, d'Électricité et d'Eau | 5 | — | 580 | — |
| Etc., etc. | | | | |

*Les installations réalisées jusqu'à ce jour comportent plus de* **400** *Machines à grande vitesse et près de* **3 000** *Machines à vapeur diverses*

**ÉTUDE GRATUITE DES PROJETS & DEVIS D'INSTALLATION**

## Sté Ame des Établissements DELAUNAY BELLEVILLE

Capital : SIX MILLIONS de Francs

**ATELIERS & CHANTIERS DE L'ERMITAGE, à SAINT-DENIS (Seine)**

Adresse télégraphique : BELLEVILLE, Saint-Denis-sur-Seine.

Berlin. La puissance de la General Electric ne sera pas modifiée (3 000 kw.). D'après une convention avec l'African European Investement C° qui possède les mines de charbon de Vereeniging, la Victoria Falls Electric Power C° établira, au siège de ces mines, une nouvelle usine génératrice aussitôt que la demande l'exigera.

## TRACTION

### Italie.

L'Administration des chemins de fer de l'État italien va procéder à l'électrification de la section de Milan à Lecco. Cette ligne sera reliée au réseau de la Valteline, et équipée avec le système Ganz, à la suite des expériences qui ont eu lieu entre Lecco et Calolzio et que nous avons signalées dans notre numéro du 28 septembre, page *119*.

* * *

Les travaux ont été commencés sur la ligne électrique, entre Salerne, Cava et Pompéi par la C^ie^ des Tramways Electriques de Salerne ; la longueur de la ligne est de 30 kilomètres et traverse plusieurs villes importantes, Vietri, Cava, etc.

* * *

Le projet pour le tramway Pallanza, Fondo Toce, qui a été présenté par la commune de Pallanza, afin d'être reliée aux chemins de fer du St-Gothard et du Simplon, a été approuvé par le Ministre des Travaux Publics et l'adjudication va avoir lieu très prochainement.

* * *

Une Société vient de se fonder à Gênes sous le titre « Societa per la Ferrovia Elettrica Genova-Caselli-Bussala » pour la construction d'un tramway électrique reliant ces trois villes.

### Japon.

La Société Yokohama Electric Railway a été chargée par le Gouvernement de construire une ligne électrique de Yokohama à Kamakura.

### Suède.

Le gouvernement suédois a l'intention d'adopter la traction électrique sur ses voies ferrées. Un ingénieur a été chargé d'établir un projet d'électrification du réseau suédois. On prévoit une dépense de 85 millions de francs pour les installations hydro-électriques et les achats de chutes d'eau prévues dans le projet.

### Autriche.

L'administration des chemins de fer de l'État autrichien vient de confier aux usines nationales la commande de 1 367 voitures et wagons, pour un montant de 11 031 100 couronnes.

Elle a également réparti entre les cinq ateliers de construction spéciaux du pays, la fourniture de 33 locomotives à marchandises, 59 locomotives à voyageurs, 8 locomotives-tenders et 44 tenders.

De plus, elle a passé au syndicat autrichien des rails la commande de 30 500 tonnes de rails, dont la moitié de rails Vignole lourds, pour le prix total de 5 1/2 millions de couronnes.

### Suisse.

Une demande a été présentée par des ingénieurs suisses et français pour la construction d'une nouvelle ligne d'accès à la Jungfrau, sur le versant valaisan. Ce projet comporte deux parties : une voie étroite électrique partant de Brigue (677 m. d'altitude) pour aboutir au glacier d'Aletsch, et, de là, par la Jungfraufirn, jusqu'au Jungfraujoch.

La première section, à crémaillère, aura 17 kilomètres de longueur, de Brigue à Zenbächen par Platsen, Rischenen, l'hôtel Belalp et le glacier d'Aletsch. La différence de niveau est de 1 572 mètres, soit une pente

moyenne de 9 °/₀. La seconde partie du projet est autrement intéressante : c'est le « Schlittenbahn », le train-traîneau, de Zenbächen par le lac de Maerjelen et le Concordiaplatz au Jungfraujoch, où se trouvera la station, soit environ 18 kilomètres.

La ligne circulera sur la neige et sur la glace, mais dans ces conditions, elle doit rester mobile, puisque le terrain est éminemment variable.

Voici en quoi réside l'ingéniosité du système : des traîneaux à dix places glissent sur la neige et la glace, actionnés par une corde sans fin, à laquelle ils sont attachés par des passants mobiles avec déclanchement automatique. Ce sont de légers traîneaux en bois, munis d'une couverture mobile en toile à voile et de freins agissant sur la glace, ils sont actionnés par des moteurs électriques. La vitesse sera de 2 1/2 à 3 1/2 mètres par seconde. Lorsque les crevasses du glacier seront trop larges ou n'offriront pas une sécurité suffisante, on les franchira sur des ponts volants. En somme, c'est une sorte de funiculaire sans rails circulant sur une voie de neige tracée aussi largement que possible.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Dans notre numéro du 19 octobre, page *43*, se trouvent mentionnées les installations de stations de téléphonie sans fil à bord du *Virginia* et du *Connecticut*, de la marine de guerre américaine ; la dépêche suivante, adressée de Washington au New-York Times, confirme le succès obtenu avec les appareils de la Radiotelephone Company (système de Forest) :

Les installations de téléphonie sans fil à bord de certains vaisseaux de la flotte de l'Amiral Evans ont donné complète satisfaction pour des distances de 20 kilomètres, et même, pour les distances inférieures, elles ont parues mieux fonctionner que les stations radiolélégraphiques ordinaires.

Entre autres performances remarquables, le *Virginia* a pu envoyer un message téléphoné au *Kentucky*, bien que celui-ci fût muni seulement d'appareils pour la réception au son des radiotélégrammes ordinaires, et tandis que l'on n'avait pu réussir à établir une communication satisfaisante avec les transmetteurs radiotélégraphiques.

Actuellement, cependant, les portées maxima sont relativement courtes, et ne dépassent pas quelques kilomètres, ce qui n'a pas d'inconvénient pour la communication entre navires d'une même flotte. Des installations doivent être faites à bord de tous les navires de la flotte de l'Amiral Evans avant son départ pour le Pacifique, comme nous l'avons annoncé dans notre Numéro du 12 octobre, page *25*.

***

La « *Gaceta* » du 28 octobre publie une loi autorisant le Gouvernement espagnol à établir un projet de développement des services de télégraphie, téléphonie et radiotélégraphie, et un décret royal déclarant d'utilité publique la construction de 4 lignes : la première reliant Madrid à la frontière française, la seconde reliant les principales villes du Nord, la troisième les villes du Sud, et la quatrième celles du Sud-Est.

***

Le steamer *Lituania* qui vient de faire naufrage à Skillinge, près de Stockholm, avec 864 passagers, avait à bord une station de télégraphie sans fil système Poulsen ; il a pu communiquer avec la station de Lingley de l'Amalgated Radio-Telegraph C° et lui demander des secours. Les communications ont continué pendant les opérations du sauvetage et ce fait démontre l'utilité de la télégraphie sans fil dans les cas semblables.

## DIVERS

*L'Electrical Review, Londres* annonce que des expériences sur la photo-télégraphie avec le système Korn ont eu lieu récemment entre Paris et Berlin et qu'elles ont été couronnées de succès.

# COMPAGNIE GÉNÉRALE
# D'ELECTRICITÉ DE CREIL

**Société anonyme au Capital de 3 800 000 francs**

**SEULE CONCESSIONNAIRE pour la France et ses Colonies des Brevets et Procédés**

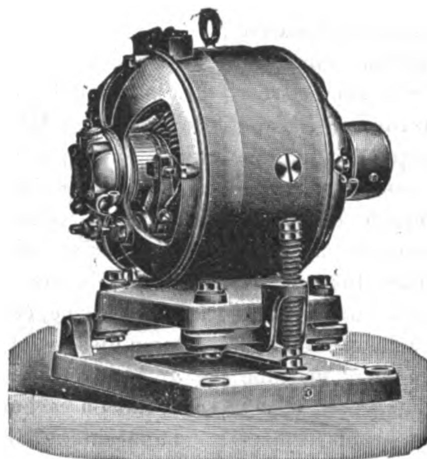
**SIEMENS-SCHUCKERT**

*Siège Social: PARIS, 59, rue Saint-Lazare — Usines à CREIL*

**MATÉRIEL**
à courant continu
et courants alternatifs
mono
et polyphasé

**TRANSPORT**
**d'énergie**

APPAREILS DE LEVAGE



**MATÉRIEL**
POUR MINES

**TRACTION**
électrique

**LAMPES A ARC**

**Appareils de Mesure**

COMPTEURS

---

**DÉCOLLETAGE & TOURNAGE SUR TOUS MÉTAUX**

# Ancns Établts DEBERGHE et LAFAYE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1 200 000 FRANCS

**PARIS, XXe — 14, Rue Pelleport, 14 — PARIS, XXe**

**Vis et boulons de toutes grosseurs pour machines électriques.**
**Pièces détachées, axes, goujons, tourillons, porte-balais, graisseurs, boutons moletés, bornes de tous modèles pour dynamos.**
**Bornes, noyaux, culasses, palettes pour sonneries.**

**Membranes, calottes, carcasses, vis de précision pour microphones et téléphones.**
**Tiges, noyaux, porte-charbons pour lampes à arc.**
**Pièces spéciales en bronze ou en cuivre rouge pour démarreurs, rhéostats, interrupteurs et disjoncteurs de 5 à 2000 ampères.**

**EXÉCUTION DE TOUTES PIÈCES SUR DESSINS**

---

# RADIOTÉLÉGRAPHIE (Télégraphie sans fil système ROCHEFORT)

*Employé par les Postes et Télégraphes, la Guerre, la Marine et les Colonies*

**INSTALLATIONS A FORFAIT AVEC GARANTIE DE BON FONCTIONNEMENT**

**Postes complets — Organes séparés**

**DERNIÈRES INSTALLATIONS FAITES** { Aviso yacht « **Jeanne-Blanche** » de la Marine Militaire Française.
Paquebot yacht « **Ile-de-France** » de la Société des Transports Maritimes à vapeur.

**ÉLECTRICITÉ MÉDICALE** (Brevets ROCHEFORT)

***O. ROCHEFORT, ingénieur constructeur, 125, boulevard de C[illegible]elle, PARIS***

*Téléphone :* 709-01 ★ CATALOGUES, DEVIS, RENSEIGNEMENTS FRANCO SUR DEMANDE ★ *Adresse télégraphique :* ROCHTÉLÉGRA-PARIS

*
* *

***Le vieillissement et la stérilisation des liquides par l'électricité statique.***

Le Dr V. Dorn, de Wilmersdorf (près de Berlin) vient de prendre un brevet américain pour un procédé de vieillissement des vins ou des alcools et de stérilisation.

Les expériences qu'il a faites lui ont montré que l'électricité statique produisait sur les liquides contenant des acides tels que les acides acétique, lactique, etc. des effets analogues à ceux obtenus par un dépôt de longue durée. Pour que l'influence des décharges soit efficace, il est nécessaire de soumettre à l'action de l'oxygène le liquide en traitement. L'appareil consiste en une machine statique d'induction d'un type quelconque, mue par un moteur et reliée à deux bouteilles de Leyde. Le liquide est placé dans un fût, dont les bondes sont traversées avec les électrodes reliées à la machine. Les tiges formant les électrodes sont placées dans un tube en verre, et leurs extrémités sont constituées par des pointes en platine. Un courant d'oxygène amené par un tube maintient le liquide en mouvement continuel, et cet oxygène est rendu actif en partie par ozonisation et en partie par ionisation. Ce traitement qui semble donner toute satisfaction, peut aussi être employé pour la destruction des microbes et bactéries dans les liquides.

Les procédés par électrolyse n'ont donné au contraire jusqu'ici que des résultats insignifiants ou même nuisibles avec les acides mentionnés ci-dessus.

*(Electrical Review, Londres.)*

---

**LÉGISLATION**

La Chambre des Députés a, dans sa séance du 5 novembre, voté un crédit de 25000 francs pour l'achat de radium à la disposition des Universités.

*
* *

M. Camichel, maître de conférences de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse, est nommé professeur d'électricité industrielle à ladite faculté (fondation de la ville de Toulouse).

*
* *

La commission d'enquête sur les moyens d'étendre les emplois industriels et domestiques de l'alcool doit entendre MM. Michel Lévy, membre de l'Institut; Violle, membre de l'Institut; Loreau, ingénieur; Haller, ingénieur.

La commission, que préside M. Ribot, a dressé le questionnaire suivant :

1. Emplois industriels et domestiques de l'alcool; automobilisme, éclairage, chauffage, usage de l'alcool comme dissolvant, etc.
2. Avantages et inconvénients de l'emploi de l'alcool pur ou carburé.
   Différents modes de carburation de l'alcool.
3. Résultats obtenus en France et à l'étranger.
4. Progrès techniques à réaliser.
5. Prix de l'alcool pur ou carburé, suivant les divers usages industriels ou domestiques auxquels il est employé
6. Comparaison de l'alcool, au point de vue du prix de revient, avec le pétrole et les essences.
7. Coût minimum de production de l'alcool industriel.
8. Procédés et frais de dénaturation.
9. Formalités de régie. — Frais de transport des alcools dénaturés.

10. Moyens proposés pour abaisser le prix de l'alcool dénaturé et en assurer la fixité :

*a*) Association des producteurs ;

*b*) Primes ;

*c*) Dénaturation obligatoire d'une partie des alcools de rectification ;

*d*) Monopole de la vente en gros des essences et des alcools dénaturés.

Les personnes appelées à déposer devant la commission et celles qui voudront bien envoyer des réponses par écrit sont priées de choisir dans ce questionnaire les articles sur lesquels leurs études et leur expérience professionnelle leur permettent d'apporter à la commission le concours le plus utile.

* * *

Le *Journal Officiel* du 8 novembre publie un décret autorisant la Chambre de Commerce de Bordeaux à contracter un emprunt de 558 000 francs en vue de compléter l'outillage qu'elle administre au port de cette ville par l'acquisition et l'installation de douze grues (sept hydrauliques et cinq à vapeur) et par le renforcement de la machinerie produisant l'eau comprimée et la modification des conduites distribuant cette eau aux grues.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de métal de l'Amérique du Nord se sont élevés pendant le mois d'octobre à 21 315 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 1 286 T., ceux d'autres pays à 2 999 T., les affrètements du Chili à 2 550 T. et ceux d'Australie à 4 500 T. Durant ce même mois, les approvisionnements ont été de 32 650 T. et les livraisons de 32 060 T. Les approvisionnements visibles ont donc augmenté de 2 045 T. depuis le 15 octobre et de 590 T. depuis le 30 septembre. Pas d'expéditions de cuivre Standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique.

Voici la statistique comparative publiée par MM. Merton et Cie :

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 31 oct. | 1907 15 oct. | 1907 30 sept. | 31 octobre 1906 | 31 octobre 1905 |
|---|---|---|---|---|---|
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots. T. | 580 | 648 | 932 | 575 | 1 863 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais | 550 | 1 050 | 1 500 | 3 835 | 3 075 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard | 1 292 | 378 | 403 | 25 | » |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham | 1 016 | 1 166 | 1 031 | 913 | 442 |
| T. | 3 438 | 3 242 | 3 866 | 5 348 | 5 380 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin) | 811 | 1 281 | 1 562 | 918 | 137 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin | 1 804 | 1 560 | 1 710 | 1 638 | 1 480 |
| T. | 6 053 | 6 083 | 7 138 | 7 904 | 6 997 |
| Avis du Chili | 2 025 | 1 000 | 1 000 | 1 575 | 3 875 |
| Avis d'Australie | 4 650 | 3 600 | 4 000 | 3 500 | 4 900 |
| TOTAUX. T. | 12 728 | 10 683 | 12 138 | 12 979 | 15 772 |
| Prix du G.-M.-B. et du cuivre Standard par tonne. £. | 67-0 | 59-10 | 63-15 | 97-15 | 71-5 |

Les approvisionnements et les délivraisons ont été :

| | 1907 | | 1906 | | 1905 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. |
| En octobre. T. | 32 650 | 32 060 | 28 048 | 27 552 | 26 573 | 27 105 |
| Douze mois finissant le 31 octobre. | 334 105 | 334 356 | 330 030 | 332 823 | 316 465 | 314 183 |

* * *

On a calculé que les 25 principales mines de cuivre en Amérique ont rapporté depuis leur fondation 1 745 millions de francs pour un capital émis de 359 millions. La principale mine, la Calumet et Helka au Lac Supérieur, dont la fondation remonte à 1871, a distribué un total de 500 millions de francs représentant quatre fois le capital engagé ; elle a pu encore produire en 1905 95 millions de livres de

cuivre pur (la livre américaine vaut 453 grammes). Une autre mine importante, l'Anaconda, dont la production a été à peu près semblable en 1905, a déjà remboursé son capital de 150 millions. L'Amalgated a payé 220 millions depuis 1899 pour un capital porté à 765 millions de francs. La Boston et Montana avait payé 89 millions en 1905 et la Copper Queen 64 millions.

* * *

*Platine.* — La consommation du platine a beaucoup augmenté durant ces dernières années. Les pays qui en consomment le plus annuellement sont : les États-Unis, 3300 kilogrammes ; la Grande-Bretagne, 3070 ; l'Allemagne, 2180 ; la France, 2000 et la Russie, 132, soit un total de 10682 kilogrammes. Il a été reconnu que 35 °/₀ du platine employé est du vieux métal refondu et que les cinq pays mentionnés plus haut emploient chaque année environ 6913 kilogrammes de platine neuf.

La quantité de métal nouveau que peuvent obtenir actuellement les maisons de vente est seulement de 4950 kilogrammes par an, de sorte qu'il y a un déficit considérable dans la quantité disponible, ce qui, ces dernières années, a causé une hausse énorme sur les prix déjà élevés. Aussi, en peu de temps, le prix du platine a passé de 4750 francs à 7000 francs le kilogramme ; les prix des différents sels de platine se sont ressentis naturellement d'une telle augmentation. Durant le quatrième trimestre de l'année dernière, les maisons de sels de platine étaient peu disposées à coter les prix car ils variaient de jour en jour. Les prix n'ont guère varié jusqu'à la fin de l'année 1906, mais il est évident que le platine même a atteint actuellement son prix maximum, et que la baisse va commencer prochainement.

On n'ignore pas qu'on avait déjà trouvé du platine dans plusieurs puits du Brésil, mais en faibles quantités. D'après la *Tribuna*, de Rio-de-Janeiro, on aurait découvert du platine dans les sables d'un ruisseau du municipe de Mariana (État de Minas-Geraes). Mais on ne sait encore s'il se trouve dans cette région en quantité suffisante pour être exploité avantageusement.

* * *

*Aluminium.* — Le prix de l'aluminium a subi une baisse notable, concordant avec l'augmentation de la production dans diverses contrées. Ce mouvement est surtout prononcé pour l'Europe continentale, où des informations contradictoires sont en circulation. D'un côté, l'on déclare que le prix a été réduit au 1er octobre de 3 fr. 50 à 2 fr 30 le kilogramme, soit une réduction de plus de 33 °/₀, tandis que, d'un autre côté, il est annoncé que des contrats importants ont été conclus au prix de 2 fr. 80 environ.

Il semble, cependant, réel que les principaux producteurs ont décidé d'abaisser le prix à 2 fr. 30 à partir de 1908. Il est certain que cette réduction prochaine est due non seulement à l'augmentation de la production, mais aussi à la baisse du prix du cuivre, l'aluminium tendant à être employé de plus en plus comme conducteur pour les lignes électriques. Les usines, pour cette fabrication de l'aluminium, ont été ou vont être considérablement agrandies en général, de telle sorte que d'ici peu la quantité d'aluminium produit va augmenter considérablement.

En France, la Société Electro-métallurgique de Froges et celle de Péchiney poursuivent leurs travaux. La première aménage une chute de 40000 HP sur la Durance, à Largentière. La seconde vient de mettre en marche la moitié de l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne, soit 12000 HP. Cette dernière usine

doit devenir énorme et est estimée devoir fournir seule près de 4 000 tonnes d'aluminium par an. Les fabriques d'alumine de Gardanne et de Salindres, l'usine de Prémont à la Société d'Electrochimie ont été également accrues. La Société des Forces motrices de l'Arve a commencé la fabrication de l'aluminium à Chedde. Une usine, construite à Auzat, près Vicdessos (Hautes-Pyrénées), doit employer bientôt 4 000 HP à la fabrication de l'aluminium avec les bauxites de Bédarieux. On aménage encore la chute de la Neste à Arreau (Hautes-Pyrénées). Dans l'Europe centrale, la fabrication de l'aluminium est concentrée par l'Aluminium Industrie Gesellschaft, qui possède les usines de Neuhausen (Suisse), Rheinfelden (Allemagne) et Lend (Autriche). Cette société construit une nouvelle grande usine à Chippis, dans le Valais, pour utiliser deux chutes de 18 000 HP et 20 000 HP. En Angleterre, la British Aluminium Co construit une nouvelle fabrique à Loch Leven, en Écosse, et a acquis une force hydraulique à Stangfjord, en Norvège, pour introduire en ce pays la fabrication de l'aluminium. A côté de cette ancienne société, il vient de s'en fonder deux autres en Angleterre : l'Anglo-Norvegian Aluminium Co et l'Aluminium Corporation, cette dernière pour travailler dans le pays de Galles. Aux États-Unis, l'Aluminium Company of America s'est assuré de vastes gisements de bauxite en Géorgie, Alabama, Arkansas ; elle a construit un chemin de fer nommé le Bauxite and Northen pour relier ses mines avec Chicago, etc., et développe beaucoup ses installations à Niagara Falls, Masséna et Shawinegam. On estime que sa production de 1906 a dépassé 6 500 tonnes pour les États-Unis et 2 700 tonnes pour le Canada. Les usines italiennes de Popoli et de Bussi seront bientôt complètement achevées.

Lorsque tous ces travaux seront terminés, la production par an, qui a atteint 16 000 tonnes environ en 1906, sera doublée l'année prochaine. Sur les 22 000 tonnes de 1907, la France en donne 6 à 7 000, l'Europe centrale 4 000 à 4 500, l'Angleterre 2 000 à 2 500, les États-Unis 6 000 à 7 000, le Canada 2 500 à 3 000. En France, l'extension de la production est actuellement considérable. Il est d'ailleurs déjà question d'abaisser le prix du kilo à 1 fr. 50.

---

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Le Creusot.* — La question de la concession des minières de l'Ouenza, en Algérie, qui a été discutée récemment en conseil des ministres, intéresse cette compagnie. Le Creusot, qui sollicite cette concession, offre de construire à ses frais un chemin de fer de 250 kilomètres et de procéder à divers travaux d'installation dans le port de Bône.

Voici d'autre part quel serait le détail de la commande donnée à cette compagnie par la Grèce : 36 batteries de campagne système Schneider-Canet à 4 pièces et 12 caissons par batterie, plus 6 batteries de montagne à 4 pièces. Pour chacune des pièces 2 000 projectiles seront livrés.

*Aciéries de la Marine et d'Homécourt.* — Parmi les renseignements contenus dans le rapport de cette année, nous notons ceux-ci : l'usine du Boucau a mis à feu son quatrième haut fourneau ; à Homécourt, le programme comporte encore l'achèvement du sixième haut fourneau et du train à tôles, le renforcement de la centrale électrique, la construction d'une aciérie Martin ; la mise en valeur de la concession d'Anderny-Chevillon se fera par une société exploitante, au capital de 10 millions, en 40 000 actions de 250 francs ; 7 millions seront souscrits en

espèces, dont 2 millions par la Marine et 5 millions par ses actionnaires ; 3 autres millions, plus les parts de fondateur donnant droit à 50 % du superbénéfice sont attribuées à la Marine pour ses apports ; la Marine aura le droit de recevoir annuellement 600000 tonnes de minerai au prix de revient, lequel comprendra les frais généraux, l'amortissement et l'intérêt du capital à 6 %.

*Houillères de Rive-de-Gier.* — Cette société projette une réorganisation dont voici les grandes lignes :

Il serait constitué une nouvelle société au capital de 3133000 francs, représentés à concurrence de 1333000 francs par des actions ordinaires remises aux actionnaires actuels à raison d'une nouvelle pour deux anciennes et de 1800000 francs en actions de préférence de 100 francs 5 %. Ces dernières serviraient pour 500000 francs à rembourser une somme égale d'obligations émises par la société actuelle et pour 1300000 francs à fournir le capital nécessaire aux travaux pour la mise en valeur intégrale du gisement.

*Bréguet et Cie, Paris.* — Les comptes de l'exercice 1906-1907 se soldent par un bénéfice net de 456667 fr. 57 contre 119650 fr. 32 en 1905-1906.

Les bénéfices de fabrication ont atteint 1 million 061784 fr. 64 contre 664726 fr. 72 l'année précédente ; les charges diverses (frais généraux, intérêts sur obligations, entretiens divers et amortissements) se sont élevées à 605117 fr. 07 contre 545076 fr. 40 précédemment.

Malgré cet accroissement des bénéfices nets, il est peu probable que le conseil d'administration propose la répartition d'un dividende, la totalité des bénéfices serait consacrée aux amortissements.

*Société toulousaine d'électricité.* — En vertu de l'article 50 des statuts, le conseil d'administration de ladite Société a décidé la répartition d'un acompte de 5 francs par action de 250 francs sur le dividende de l'exercice 1907. Cet acompte sera payé, sous déduction des impôts, à partir du 1er novembre 1907, contre remise du coupon n° 30.

*Société d'éclairage électrique, Paris.* — Dividende proposé pour 1906-1907 : 15 francs par action.

*Aciéries du Nord et de l'Est.* — L'assemblée du 30 octobre a fixé le dividende à 85 francs par action ; un acompte de 25 francs a été payé le 1er juin et le solde de 60 francs sera mis en paiement le 1er décembre.

*Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et d'Anzin.* — Le conseil d'administration, usant de la faculté à lui conférée par l'article 39 des statuts, a décidé qu'un acompte de dividende de 12 fr. 50 par

action sur l'exercice 1907, sera distribué à partir du 1er décembre 1907. Conformément à la décision de l'assemblée générale du 29 mai dernier, le solde du dividende de l'exercice 1906, de 17 fr. 50 par action, est également payable à cette date. En conséquence, le montant de ces distributions, soit 30 francs brut par titre, sera payable à partir du 1er décembre 1907 contre la remise du coupon n° 46, sous déduction des impôts, à raison de 26 fr. 75 net pour les actions au porteur, 28 fr. 80 net pour les actions nominatives.

*Compagnie générale du gaz pour la France et l'étranger.* — Cette société va procéder à l'émission de 24 000 obligations nouvelles remboursables en 50 années à partir de 1908.

*Dyle et Bacalan.* — Nous avons noté (n° du 12 octobre, page *31*) une commande de 239 wagons pour le chemin de fer Bône-Guelma. Le chiffre de la commande a été augmenté et le carnet est amplement fourni pour les ateliers de Bordeaux et de Louvain, y compris le compartiment spécial des corps creux.

*Société franco-belge de matériel de chemins de fer.* — Après application à des amortissements sur portefeuille du produit de celui-ci, l'exercice écoulé a laissé un bénéfice de 1 338 572 francs, que les produits divers et les 3 047 francs reportés ont élevé à 1 360 206 francs, que les frais d'exposition de Milan et le service financier ont ramené à 1 329 478 francs. Les amortissements ordinaires ont reçu 200 000 francs, les amortissements extraordinaires 200 000 francs, la réserve disponible 65 000 francs ; 712 640 francs sont distribués en dividende à raison de 40 francs pour l'action de capital et de 18 fr. 75 pour la part de fondateur ; 145 281 francs vont aux tantièmes et 6 557 francs au report à nouveau.

*Compagnie française des Métaux.* — Les résultats pour l'exercice 1906-1907 se soldent par un bénéfice net de 1 537 000 francs contre 1 847 862 francs en 1905-1906.

Cette diminution est due simplement aux prélèvements plus importants effectués sur les produits bruts, comme on peut s'en convaincre par le compte de profits et pertes ci-après, comparé à celui du précédent exercice.

| RECETTES | 1905-1906 | 1906-1907 |
|---|---|---|
| Produits bruts régularisés par le fonctionnement des provisions des métaux. . . . | 4 197 430 | 7 141 000 |
| Placements de fonds, locations, redevances, coupons prescrits. . . . . . | 230 207 | 280 000 |
| TOTAUX. . . . fr. | 4 427 637 | 7 421 000 |

| DÉPENSES | | |
|---|---|---|
| Frais généraux, service des titres et charges diverses. . | 1 297 725 | 1 288 000 |
| Provisions. . . . . . . | 482 250 | 1 248 000 |
| Amortissements.. . . . . | 800 000 | 3 348 000 |
| Bénéfices nets. . . . . . | 1 847 862 | 1 537 000 |
| TOTAUX. . . . fr. | 4 427 637 | 7 421 000 |

Les produits bruts sont, comme on le voit, en forte augmentation ; le conseil d'administration a profité de cette année brillante, pour consacrer aux amortissements divers et aux provisions, une somme de 4 596 000 fr., alors que l'an dernier il n'avait affecté à ces postes que 1 282 250 fr.

La répartition suivante du solde disponible qui s'élève, y compris le report antérieur, à 2 245 000 fr. sera proposée à la réunion.

| | |
|---|---|
| Réserve légale. . . . . . . . fr. | 77 000 |
| Intérêt de 5 % au capital.. . . . . | 1 250 000 |
| Tantièmes. . . . . . . . . . | 44 000 |
| Dividende supplémentaire.. . . . . | 250 000 |
| Report à nouveau. . . . . . . . | 624 000 |
| TOTAL ÉGAL.. . . . . . fr. | 2 245 000 |

Le dividende sera ainsi de 30 fr. contre 237 fr. 50 en 1905-1906, comme nous l'avons annoncé dans notre numéro du 26 octobre.

*Rochet et Schneider, Limited, Londres.* — L'assemblée décide de mettre la société en liquidation amiable et nomme M. Louis Rousset, demeurant à Lyon, 51, rue de la Bourse, pour procéder à ladite liquidation, avec tous les pouvoirs attachés à la qualité de liquidateur par les lois anglaises sur les sociétés, mais sous la restriction qu'il ne pourra pas vendre ou transférer les immeubles, l'outillage et le matériel, les brevets, la clientèle, l'achalandage et les marques de fabrique de la société, soit en bloc, soit en détail, sans l'autorisation du conseil d'administration de la société.

Si la résolution susénoncée est votée par la majorité requise, elle sera soumise, à titre de résolution spéciale, à la confirmation d'une seconde assemblée générale extraordinaire qui sera convoquée ultérieurement.

*Hauts Fourneaux de Villerupt-Laval-Dieu.* — Voici comment se résument les deux derniers bilans au 30 juin, celui de 1907 en projet :

ACTIF

| | 1907 | 1906 |
|---|---|---|
| Immobilisé. . . . . . . . . fr. | 6 321 065 | 6 332 341 |
| Réalisable : magasins. . . . . . . | 1 206 215 | 1 128 526 |
| — débiteurs. . . . . . . | 931 550 | 719 056 |
| Disponible : banquiers, caisse et portefeuille.. . . . . . . . . . | 582 693 | 935 285 |
| TOTAUX. . . . . fr. | 9 041 523 | 9 115 208 |

PASSIF

| | | |
|---|---|---|
| Envers la société : capital. . . . fr. | 4 000 000 | 4 000 000 |
| — réserves. . . . . | 1 691 011 | 1 461 792 |
| Envers les tiers : obligations. . . . . | 2 282 000 | 2 735 000 |
| — créditeurs. . . . . | 572 060 | 544 697 |
| Bénéfices. . . . . . . . . . . . . | 496 452 | 373 719 |
| Totaux. . . . . fr. | 9 041 523 | 9 115 208 |

*Vereinigte Elektrizitäts A.-G., Vienne.* — Les produits totaux de l'exercice 1906-1907 se sont élevés à 1 253 703 couronnes ; les charges ayant absorbé 723 929 couronnes, le bénéfice net atteint 529 774 couronnes, contre 98 215 couronnes en 1905-1906. Ce résultat permet la répartition d'un dividende de 5 %, alors qu'il n'avait rien été distribué l'année dernière.

*Westfälische Kupfer und Messingwerk. A. G. Düdenscheid (All.).* — Le bénéfice brut s'élève pour le dernier exercice à 562 316 Mks ; le bénéfice net à 386 726 Mks. L'assemblée générale doit ratifier la répartition suivante : fonds de réserve 18 316 Mks, réserve extraordinaire 40 000 Mks ; tantièmes et gratifications 45 603 Mks ; fonds de prévoyance du personnel 10 000 Mks ; dividende 8 %.

*Marconi Wireless Telegraph, Londres.* — D'après l'opinion générale au « Stock Exchange » de Londres, la télégraphie sans fil serait en sérieuse concurrence avec les câbles transatlantiques et aurait causé une dépréciation de la valeur des actions des compagnies. Cette concurrence obligerait les compagnies des câbles sous-marins à réduire leurs tarifs ; mais les représentants de plusieurs compagnies, interrogés à ce sujet, ne manifestent aucune crainte de la rivalité du système Marconi. On dit cependant que le dix-septième « câble » prendra des messages à des prix inférieurs de moitié à ceux des autres compagnies sous-marines et qu'ainsi il sera occupé toute l'année. La Compagnie Marconi de Londres a déclaré qu'avec son nouveau système, comportant deux stations seulement, elle est capable de traiter plus d'affaires que huit lignes ordinaires et que les prix actuels de ses messages seront susceptibles d'être réduits. Malgré cela, les compagnies de câbles sous-marins ne trouvent pas nécessaire une réduction de leurs tarifs, aussi leur attitude est-elle jugée plutôt sévèrement.

*New-York City Railway Company, New-York.* — D'après le correspondant du *Times* à New-York, le tribunal fédéral vient de nommer deux syndics de faillite pour la liquidation de la New-York City Railway Company, sur la demande de la Pennsylvania Steel Company, et de la Degnon Contracting Company, créancières pour des sommes respectives de 184 155 et 55 865 francs. Toutes les recettes sont mises à la disposition des liquidateurs. La New-York City Railway Company, fondé en 1901, possédait en 1906 près de 900 kilomètres de lignes, dont 840 exploitées électriquement et 150 exploitées au moyen de la traction à chevaux. A la même époque, son matériel roulant comportait : 1 920 voitures motrices et 215 remorques fermées ; 928 voitures motrices et 151 remorques ouvertes, 155 voitures motrices mixtes, 30 voitures motrices pour service rapide, 5 voitures motrices pour marchandises, 34 voitures motrices et 10 remorques pour le service de l'exploitation, 12 chasse-neige avec moteurs et 7 sans moteurs ; enfin 75 balayeuses automotrices et 11 sans moteurs. Au total : 3 159 voitures avec moteurs et 394 remorques.

*Parsons Marine Steam Turbine Cy.* — Le bilan annuel accuse un bénéfice de 1 400 525 francs. Le dividende proposé est de 10 % et le report de 275 000 francs. Pendant les douze mois de l'exercice finissant au 30 juin, des turbines d'une puissance globale de 79 600 H. P. ont été construites par la compagnie, et les maisons de constructions, propriétaires de licences, en ont construit pour une puissance de 309 000 H. P. La puissance totale des turbines actuellement construites se monte à 1 485 000 H. P. et les commandes à 27 800 H. P.

*Elektrische Licht und Kraft A. Co, Berlin* — Le dividende pour le dernier exercice a été fixé à 7 %. La Société possède le 1/3 des actions de la Société d'Électricité de Saint-Pétersbourg fondée par la Société Hélios de Cologne.

## ADJUDICATIONS

### Autriche-Hongrie.

Prochainement, à l'administration communale, à *Schlanders* (Tyrol), fourniture d'une turbine et d'une dynamo.

### Belgique.

Prochainement, à la *Bourse de Bruxelles*, fourniture d'étain, d'antimoine et de plomb, nécessaires au service de la traction et du matériel des chemins de fer de l'État belge :

1° Fournitures à effectuer à Malines : 1er lot, 33 000 kilogrammes étain ; 2e lot, 5 000 kilogrammes antimoine ; 3e lot, 5 000 kilogrammes plomb en saumons ;

2° Fournitures à exécuter à Bruxelles-Q.-L. : 4e, 5e et 6e lots, composés chacun de 30 000 kilogrammes étain ; 7e lot, 5 000 kilogrammes antimoine ; 8e lot, 5 000 kilogrammes plomb en saumons.

Le 27 novembre, à la *Bourse de Bruxelles*, fournitures de voitures, wagons fermés et boxes :

Série I, deux lots composés chacun de 4 ou 5 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série II, un lot de 4 ou 5 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à cloisons et banquettes amovibles, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série III, un lot de 5 ou 6 voitures de 3e classe, idem, idem ; — série IV, un lot de 5 ou 6 voitures mixtes de 1re et 2e classes, à bogie, à couloir latéral, munies de l'appareillage au chauffage à la vapeur et de la conduite générale de l'éclairage au gaz ; — série V, un lot de 4 ou 5 voitures de 3e classe à bogies, à couloir latéral, munies de l'appareillage au chauffage à la vapeur et de l'appareillage complet de l'éclairage au gaz avec réservoirs indépendants ; — série VI, un lot de 3 ou 4 voitures de 3e classe, idem, idem ; — série VII, un lot de 9 ou 10 wagons fermés à trois compartiments marqués A, B, C, et à 3 essieux pour trains de voyageurs, munis du frein Westinghouse, de la conduite de chauffage à la vapeur et du tuyau de continuité pour le gaz ; — série VIII, un lot de 6 ou 7 boxes à bas plancher, munis des conduites pour le chauffage à la vapeur et l'éclairage au gaz ;

Sauf pour les lots des séries V à VIII, les soumissionnaires peuvent également faire des offres comprenant le quadruple du nombre de véhicules inscrits à chacun des lots ci-dessus, suivant spécification ci-après : série I4, deux lots composés chacun de 16 à 20 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série II4, un lot de 16 à 20 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à cloisons et banquettes amovibles, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série III4, un lot de 20 à 24 voitures de 3e classe, idem, idem ; — série IV4, un lot de 20 à 24 voitures mixtes de 1re et 2e classes, à bogies, à couloir latéral, munies de l'appareillage de chauffage à la vapeur et de la conduite générale de l'éclairage au gaz.

### Allemagne.

Le 4 décembre, aux chemins de fer de l'État prussien, à *Berlin*, fourniture de 400 800 kilogrammes acier doux pour ressorts, 20 000 kilogrammes acier fondu au creuset et 21 700 kilogrammes acier pour plaques de garde.

Le 1er janvier, à la direction du service du gaz, des eaux et de l'électricité de la ville, à *Dusseldorf*, fourniture de deux machines à pomper avec accessoires.

Prochainement, à l'administration communale, à *Prenslau* (Brandebourg), établissement d'une usine à gaz et d'une usine d'électricité : 800 000 marks.

### États-Unis.

Le 15 janvier, à la municipalité, à *Manille* (îles Philippines), fourniture et montage de pompes avec moteurs électriques pour les nouveaux égouts de la ville.

### République Argentine.

Jusqu'au 1er mai 1908, M. l'intendant municipal de la ville de *Buenos-Aires* recevra les soumissions pour : 1° la construction de deux des principales lignes constituant le réseau de chemin de fer métropolitain souterrain à traction électrique ; 2° l'affermage de l'exploitation desdites lignes une fois leur construction terminée. Plans et cahiers des charges à la légation argentine.

---

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 16 Novembre 1907.*

### FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 245 |
| Cie française matériel. | 667 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 655 |
| Cie générale française tramways. | 549 |
| — parisienne tramways. | 149 |
| Creusot (Schneider). | 1 900 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 528 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Édison (Cie continentale). | 925 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 350 |
| Électro-métallurgique Dives. | 373 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 415 |
| Fives-Lille. | 348 |
| Forces motrices Rhône. | 596 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 090 |
| Franco-belge matériel. | 720 |
| Métropolitain. | 503 |
| Nord de la France. | 790 |
| Parisienne électrique. | 230 |
| Secteur place Clichy. | 1 005 |
| — rive gauche, Paris. | 281 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 825 |
| Téléphones (Société industrielle). | 316 |
| Thomson-Houston. | 570 |

### BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 210,50 |
| — Thiriau. | 462,50 |
| — Willebroeck. | 222,50 |
| Beer. | 495 |
| Cockerill. | 1 690 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 800 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 705 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

### ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 244,35 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 320 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 175,50 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 193,75 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 182,25 |
| Lahmeyer. | 142,50 |
| Schuckert. | 124,70 |
| Siemens et Halske. | 207,50 |
| Voigt et Haeffner. | 194,10 |

### SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 520 |
| Brown Boveri. | 1 875 |
| Franco-suisse électrique. | 450 |
| Motor. | 590 |
| Oerlikon. | 330 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 9 NOVEMBRE | SAMEDI 16 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 41 à 45 | 38 à 40 |
| *Cuivre.* | 59,5 | 58 à 57,15 |
| *Etain.* | 137,10 à 139,5 | 136,10 à 138 |
| *Plomb.* | 17,15 | 18,12/6 à 18,2/6 |
| *Zinc.* | 21,10 | 21,5 à 22 |

Tome LIII. Samedi 30 Novembre 1907. 14e Année. — N° 48.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Électriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

**L'ÉNERGIE**

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

### *Le Xe Salon de l'Automobile.*

Le Xe salon de l'automobile vient de s'ouvrir le 12 novembre 1907.

Cette année, pour diverses raisons, et notamment pour réduire la durée de la morte-saison, l'ouverture a vu sa date avancée d'un mois. Comme les années précédentes, nous passerons successivement en revue les principaux perfectionnements ou modifications réalisés ; nous dirons cependant dès à présent que le nombre des voitures mixtes ou à transmission électrique est relativement élevé cette année. Il est à souhaiter que ce mouvement s'accentue de plus en plus, car ces solutions semblent devoir présenter un grand intérêt, surtout pour les camions et les autobus.

En dépit de la crise indéniable de l'industrie automobile, le nombre des nouveaux constructeurs est assez important.

L'on peut même expliquer ainsi en partie cette crise ; en effet, bien que les tableaux suivants montrent, d'après les rôles de l'impôt, un accroissement annuel très notable du nombre des automobiles, et par suite un accroissement correspondant des commandes, la production a été augmentée d'une manière excessive, principalement en ce qui concerne la voiture de luxe.

En 1899, il n'y avait en France que 1 672 voitures, mais ce nombre ne tarda pas à s'accroître.

| | |
|---|---|
| En 1900. . . . . . . . . . . . . | 2 997 |
| En 1901. . . . . . . . . . . . . | 5 386 |
| En 1902. . . . . . . . . . . . . | 9 207 |
| En 1903. . . . . . . . . . . . . | 12 984 |
| En 1904. . . . . . . . . . . . . | 17 107 |
| En 1905. . . . . . . . . . . . . | 21 524 |
| En 1906. . . . . . . . . . . . . | 28 312 |
| En 1907 (au début) . . . . . . . . | 35 923 |

Il ressort de ce tableau qu'en huit ans à peine, le nombre d'automobiles circulant sur les routes françaises s'est accru dans la proportion de 1 à 22. Encore n'est-ce là qu'un minimum, puisque sur les rôles de l'impôt ne figurent ni les voitures en construction, ni celles qui sont en vente chez les intermédiaires, ni celles des loueurs payant patente. On peut donc regarder le nombre actuel des automobiles comme supérieur à 40 000.

Voici quels sont les accroissements d'une année à l'autre :

| | |
|---|---|
| Pour 1899-1900. . . . . . . . . . . | 1 325 |
| Pour 1900-1901. . . . . . . . . . . | 2 389 |
| Pour 1901-1902. . . . . . . . . . . | 3 821 |
| Pour 1902-1903 . . . . . . . . . . | 3 777 |
| Pour 1903-1904. . . . . . . . . . | 4 123 |
| Pour 1904-1905. . . . . . . . . . . | 4 417 |
| Pour 1905-1906. . . . . . . . . . . | 6 788 |
| Pour 1906-1907. . . . . . . . . . . | 7 611 |

Il est certain que ces chiffres prouvent la vitalité de l'industrie automobile, et l'on peut espérer que lorsque cette industrie aura pris son orientation définitive, elle constituera pour notre pays une ressource économique des plus sérieuses.

Comme nous l'avons rappelé plus haut, les constructeurs se sont au début surtout attachés à la

réalisation de la voiture de grand luxe, source de bénéfices plus immédiats, grâce à une clientèle riche et désireuse de pratiquer sans délai le nouveau sport. Mais d'un côté, certains ont dû constater rapidement que les dépenses entraînées étaient hors de proportion avec leurs ressources, et d'autre part, les modèles de châssis ne se modifient plus d'une année à l'autre d'une manière assez sensible pour justifier l'achat d'une nouvelle voiture chaque année. (Jadis, telle marque présentait au salon un moteur vertical avec transmission par engrenage, qui exposait l'année précédente un moteur horizontal avec transmission par courroies). Enfin, il faut ajouter un engouement excessif pour les carrosseries fermées luxueuses et confortables, mais d'un poids exagéré, et entraînant une usure énorme des bandages pneumatiques.

Ces diverses causes devaient conduire nécessairement à un revirement d'opinion également exagéré, et les quelques voitures construites pour des services industriels devinrent du même coup l'objet de la défiance des commerçants et industriels, par assimilation avec les voitures de luxe très onéreuses d'entretien.

Aujourd'hui, il est du plus haut intérêt de dissiper cette défiance, afin de créer de nouveaux débouchés larges et durables.

D'un autre côté, l'on a fini par reconnaître que la voiture de luxe légère, bien construite et relativement peu puissante (10-20 H. P.), rend les mêmes services que la grosse voiture, tout en coûtant beaucoup moins d'achat et d'entretien. A ce double point de vue le salon actuel est très instructif, et presque toutes les marques importantes ont créé un type léger de châssis. Les voiturettes sont d'ailleurs plus nombreuses que jamais, et c'est là une tendance que l'on ne saurait trop encourager, bien que la voiturette à deux places ne donne pas la solution de la voiture de famille. L'on remarquera sans doute que les moteurs à six cylindres, qui conviennent seulement jusqu'à présent aux voitures de grand luxe, comptent bon nombre d'exemplaires au présent salon ; il ne faut pourtant pas en conclure que ces voitures continueront cette année encore à constituer la majeure partie de la production. Selon nous, l'exposition de ces châssis, construits à peu d'exemplaires, a surtout un but décoratif. Enfin, les automobiles pour le transport en commun et pour les services industriels ont été étudiées cette année avec un soin tout particulier, et permettent d'espérer un développement rapide.

(*A suivre.*) J. B.

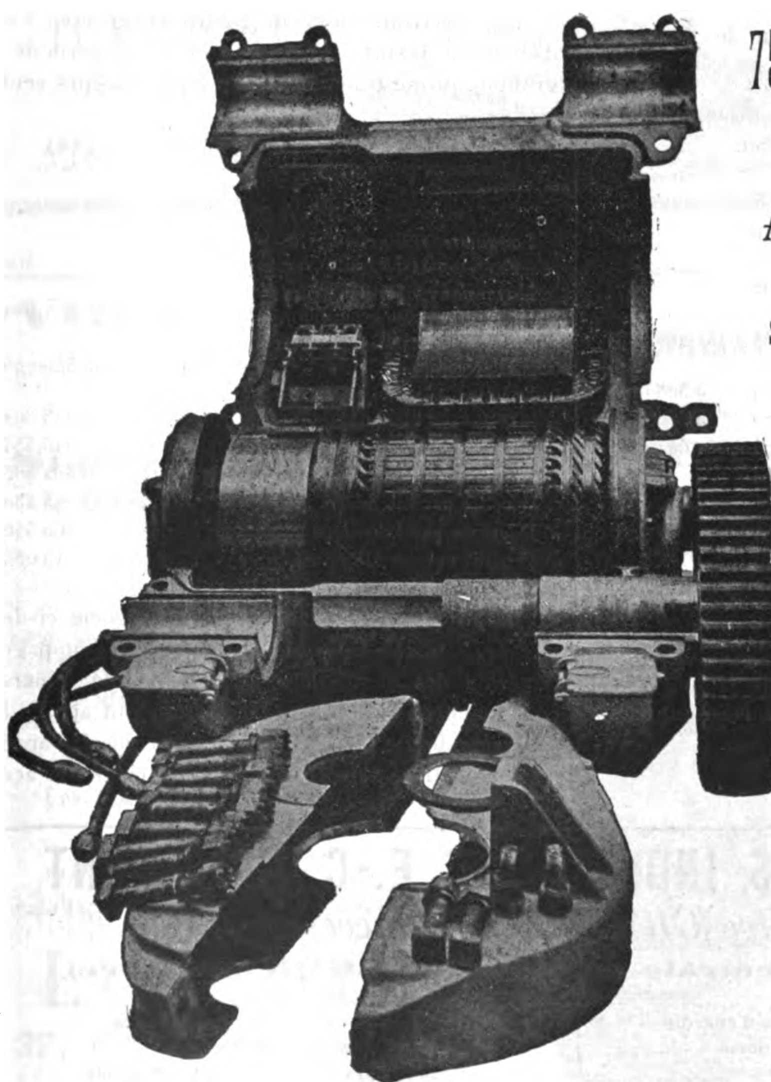
---

## TRACTION

### *Les tramways français en 1906.*

Le *Journal officiel* a publié une statistique intéressante donnant les résultats comparatifs provisoires de l'exploitation des tramways en 1906 et 1905. Ceux-ci sont répartis en quatre groupes : 1° entreprises de tramways pour voyageurs et marchandises jouissant d'une garantie de l'État ; 2° tramways ayant la même destination, mais sans garantie de l'État ; 3° tramways pour voyageurs, bagages et messageries ; 4° tramways pour voyageurs seulement, ce dernier groupe subdivisé en deux catégories : ceux du département de la Seine et ceux des autres départements.

Voici, en ce qui concerne le premier groupe, les résultats comparés des deux exercices 1905 et 1906 :







*Tramways ayant une garantie de l'État dans les conditions de l'article 36 de la loi du 11 juin 1880.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 4 043 | 4 350 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 3 936 | 4 222 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 198 885 956 | 212 720 183 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 11 975 889 | 12 829 351 |
| Dépenses d'exploitation. | 10 800 636 | 11 616 058 |
| Produit net. . . . . . | 1 175 263 | 1 213 293 |
| Recettes par kilomètre. . | 3 043 | 3 050 |
| Dépenses par kilomètre. | 2 744 | 2 761 |
| Produit net par kilomètre. . | 299 | 289 |

Exception faite de la Compagnie des voies ferrées du Dauphiné, qui utilise la vapeur et l'électricité sur son réseau, et de la Société des tramways de la Vienne, qui emploie encore partiellement la traction animale, le groupe des tramways ci-dessus est à traction à vapeur.

Voici la même comparaison pour le deuxième groupe :

*Tramways pour voyageurs et marchandises n'ayant pas la garantie de l'État.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 556 | 556 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 557 | 557 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 51 272 764 | 51 265 935 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 5 290 244 | 5 508 001 |
| Dépenses d'exploitation. | 3 756 270 | 3 866 094 |
| Produit net. . . . . . | 1 533 874 | 1 641 907 |
| Recettes par kilomètre. . | 9 498 | 9 889 |
| Dépenses par kilomètre. | 6 744 | 6 941 |
| Produit net par kilomètre. . | 2 754 | 2 948 |

Les modes de traction de ce groupe sont variables : le funiculaire de Rives à Thonon (229 mètres) est à crémaillère, le chemin de fer sur route de Paris à Arpajon emploie l'électricité et l'air comprimé, les tramways de Laboutarié à Réalmont sont à traction animale et les autres utilisent soit la vapeur, soit l'électricité.

La comparaison des réseaux du troisième groupe se présente comme suit :

*Tramways pour voyageurs, bagages et messageries.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur construite au 31 décembre. . . . km. | 355 | 359 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 377 | 390 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 51 654 985 | 51 690 030 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 6 565 851 | 6 720 036 |
| Dépenses d'exploitation. | 4 820 398 | 5 050 225 |
| Produit net. . . . . . | 1 745 453 | 1 669 811 |
| Recettes par kilomètre. . | 15 207 | 17 231 |
| Dépenses par kilomètre.. | 13 170 | 12 949 |
| Produit net par kilomètre. | 2 037 | 4 282 |

Une seule société de ce groupe utilise encore la traction animale, c'est celle du tramway d'Épernay-Ay-Mareuil ; les autres emploient la vapeur, l'air comprimé ou l'électricité par fil aérien.

Nous arrivons enfin au quatrième groupe. Voici d'abord les résultats de la première catégorie de ce groupe, qui ne transporte que les voyageurs seulement :

*Tramways pour voyageurs du département de la Seine.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 496 | 496 |
| Moyenne exploitation, y compris les parcours communs. | 681 | 683 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 226 891 461 | 223 530 796 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 49 807 388 | 41 518 892 |
| Dépenses d'exploitation. | 40 089 277 | 41 216 484 |
| Produit net. . . . . . | 9 718 111 | 10 302 408 |
| Recettes par kilomètre. . | 73 124 | 75 430 |
| Dépenses par kilomètre. | 58 868 | 60 346 |
| Produit net par kilomètre. | 14 256 | 15 084 |

Des sociétés comprises dans la catégorie ci-dessus ont utilisé la traction animale, la Compagnie générale des omnibus et la Compagnie générale parisienne de tramways. Les autres ont adopté les divers modes de traction : l'air comprimé, la vapeur, les locomotives sans foyer, ou l'électricité par accu-

mulateurs, par contact superficiel, par fils ou conducteurs aériens ou souterrains.

La seconde catégorie du quatrième groupe, comprenant les tramways pour voyageurs des autres départements, a donné les résultats suivants :

*Tramways pour voyageurs des départements.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 1 358 | 1 406 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 1 512 | 1 554 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 350 141 563 | 371 923 367 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 50 560 153 | 54 361 107 |
| Dépenses d'exploitation. | 33 557 981 | 36 162 487 |
| Produit net. | 17 002 172 | 18 198 620 |
| Recettes par kilomètre. | 33 439 | 34 931 |
| Dépenses par kilomètre. | 22 194 | 23 271 |
| Produit net par kilomètre. | 11 245 | 14 714 |

Tous les modes de traction sont employés ici : traction animale, vapeur, air comprimé, électricité par fils aériens, etc.

Ce dernier tableau récapitule enfin les précédents :

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 6 808 | 7 167 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 7 063 | 7 406 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 887 856 729 | 911 130 311 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 124 199 535 | 130 937 387 |
| Dépenses d'exploitation. | 93 024 562 | 97 911 348 |
| Produit net. | 31 174 973 | 33 026 039 |
| Recettes par kilomètre. | 17 649 | 17 742 |
| Dépenses par kilomètre. | 13 219 | 13 267 |
| Produit net par kilomètre. | 4 430 | 4 475 |

* * *

**_Locomotive à grande vitesse alimentée par du courant monophasé à 15 périodes._**

A la récente exposition des chemins de fer, à Atlantic City N. Y., l'une des locomotives électriques les plus remarquables était celle construite par la Westinghouse Electric Company, pour des essais avec du courant monophasé à 15 périodes. Cette locomotive comporte en réalité deux unités complètement indépendantes et elle peut remorquer un train de voyageurs de 400 tonnes. Les moteurs sont du type Westinghouse bien connu, sans engrenages, et possèdent, ainsi que les transformateurs, une ventilation forcée.

Chaque unité comporte deux axes moteurs et un boggie à quatre roues, disposition analogue à celle bien connue des locomotives à vapeur.

Les principales caractéristiques de la locomotive complète sont :

| | |
|---|---|
| Poids total. | 140 tonnes. |
| — sur chacun des essieux moteurs. | 25 — |
| — sur les boggies. | 20 — |
| Diamètre des roues motrices. | 1m,82 |
| — porteuses. | 0 92 |
| Puissance normale de chaque moteur. | 375 H. P. |
| Puissance pour une heure de fonctionnement. | 500 — |
| Puissance maxima. | 800 — |
| Effort total maxima de traction. | 18 tonnes. |
| — normal. | 4 — |
| Vitesse normale. | 80 K. H. |
| — maxima. | 100 — |
| Tension du trolley. | 11 000 volts. |
| — aux bornes des moteurs. | 275 — |
| Longueur totale de chaque unité. | 9m,44 |
| Hauteur. | 4 m. |
| Largeur. | 3 m. |

La manœuvre est opérée au moyen du système électropneumatique Westinghouse.

* * *

PAYS-BAS.

Le gouvernement des Pays-Bas vient de soumettre à l'approbation de la seconde Chambre des États généraux un projet de loi accordant une avance sans intérêt pour la construction d'un chemin de fer

de Houtenisse vers la frontière belge, dans la direction de Selzaete. Cette ligne, projetée comme continuation de la ligne Hulst-Walsoorden, traversera, sur le territoire néerlandais, les communes de Hengstdyk, Stoppeldyk, Boschkappelle, Zaamslag, Axel et Zuiddorpe pour continuer ensuite sur le territoire belge vers Selzaete. La longueur totale de la voie ferrée sera de $30^{km},2$, dont $26^{km},2$ sur le territoire néerlandais. Les frais de construction sont évalués à 695 000 florins.

Un autre projet de loi accordant une avance sans intérêt pour la construction d'un chemin de fer de Lichtenvoorde à la frontière prussienne, a été également soumis à la seconde Chambre. Ce chemin de fer prendra la direction de Bocholt par Bredevoort et Aalten.

La longueur de la voie ferrée sera, sur le territoire néerlandais, de 13 kilomètres, tandis que la longueur totale jusqu'à Bocholt sera de $19^{km},5$. L'exploitation se fera par la Compagnie des tramways à vapeur gueldre-westphalienne.

Le coût total de la ligne est évalué à 360 000 florins, dont 240 000 florins pour la partie située sur le territoire néerlandais.

Le *Telegraaf* annonce que les États provinciaux se proposent de fournir un subside de 25 000 florins par kilomètre pour le tramway à vapeur projeté entre Assen, Schoonoord et Coevorden, dans la province de Drenthe.

Ce projet est assez important, car Schoonoord est situé à plus de 37 kilomètres et Coevorden à $45^{km},5$ d'Assen.

Le même journal signale que le Conseil communal de Loosdrecht a fait connaître au bureau technique Würcher et Cie, à La Haye, qu'il était disposé à accorder une concession provisoire pour la construction d'un tramway électrique de Hilversum à Nieuwersluis.

La ville de Nymègue a décidé la construction d'une usine d'électricité, tant pour l'éclairage public que pour la traction des tramways assez importants qui relient cette ville à Berg en Dael et à la frontière allemande.

RUSSIE.

Le ministre de la marine vient de passer une commande de 5 millions de roubles à la Société anonyme des usines franco-russes.

D'autre part, les usines Kolomma et les usines Hartmann ont reçu du gouvernement roumain une commande totale de 20 locomotives avec pièces de rechange pour une somme de 2 235 000 francs.

## DIVERS

### *Commission électrotechnique internationale.*

Nos lecteurs se souviennent que la séance préliminaire de la Commission fut tenue à Londres à la fin de juin 1906; quatorze pays environ envoyèrent des délégués.

Le R. Hon. lord Kelvin fut choisi pour être le premier président de la Commission et le colonel R. E. Crompton, C. B., fut nommé secrétaire honoraire.

On étudia un projet de statuts pour l'organisation générale de la Commission et ce projet fut adopté sous réserve de ratification par les autorités qui avaient envoyé les délégués.

Ces statuts ont été adoptés par tous les pays et seront signés définitivement à la première réunion du conseil de la Commission, réunion qui aura, sans doute, lieu dans l'été prochain.

Les statuts comportent, en résumé, un pied d'égalité pour tous les pays, c'est-à-dire une égale participation aux frais et une égale valeur du vote. Ils indiquent aussi la façon d'arriver aux prescriptions et ils confient la direction des affaires et le choix des méthodes de travail à un conseil se composant du président de la Commission, des présidents des comités locaux, lesquels sont d'office vice-présidents de la Commission, d'un délégué de chaque comité local et du secrétaire honoraire.

Le but général de la Commission est indiqué dans la résolution adoptée par la Chambre des délégués des gouvernements au Congrès international d'électricité à Saint-Louis, en septembre 1904 :

« Que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des sociétés techniques du monde par la constitution d'une commission représentative chargée d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et des classifications des appareils et machines électriques. »

Nous venons d'apprendre que, jusqu'à présent, les comités locaux ont été constitués dans les pays suivants : Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Danemark, France, Hongrie, Mexique, Suède, États-Unis.

On étudie également la question des comités locaux en Australie, Canada, Japon, Nouvelle-Zélande, Russie, Afrique du Sud et Suisse.

Les progrès dans un tel ordre de choses doivent nécessairement être lents, mais le fait qu'un si grand nombre de pays ont déjà nommé leurs comités locaux n'est pas seulement très encourageant, mais il montre l'intérêt que prend le monde entier à la question de l'unification.

L'« Institution of Electrical Engineers » (Grande-Bretagne) s'est, dès le début, beaucoup intéressé à cette question, et non seulement il a pris à sa charge les frais préliminaires, mais encore il a généreusement avancé à la Commission une somme importante de façon que les démarches d'organisation, pendant la première année, ne soient pas entravées par le manque de fonds. Ce fait a été hautement apprécié par tous, le succès que rencontre partout le mouvement permettra d'éviter d'avoir trop grand recours aux fonds tenus, par cet Institut, à la disposition du secrétaire honoraire.

A la fin de l'année dernière, le comité local britannique nomma un sous-comité de nomenclature présidé par M. A. P. Trotter, conseiller électricien auprès du Board of Trade.

Ce sous-comité s'occupe, en ce moment, de dresser une liste des termes usités couramment dans l'industrie électrique et de donner leurs explications.

Le conseil de la commission publiera très proba-

blement un Vocabulaire de termes électrotechniques en français et en anglais, langues adoptées pour la publication de tous les rapports de la commission.

Dans la dénomination Nomenclature, on doit comprendre la question des *Symboles*, qui sera étudiée plus tard.

Lorsque les Comités locaux des divers pays auront commencé leurs travaux, le Comité local britannique nommera, sans doute, un sous-comité des appareils et machines électriques pour discuter, en particulier, quelles sont les questions qui pourraient être soumises à la Commission en vue d'un accord international.

Le Comité local britannique travaillera d'accord avec les comités locaux des pays prenant part aux études de la Commission et les secrétaires des comités locaux seront mis au courant des travaux par l'intermédiaire du Bureau central, maintenant établi à Londres (Victoria Street, 26, Westminster) et dirigé par M. le Maistre, A. M. Inst. C. E., secrétaire actif de la Commission, auquel on doit adresser toutes les demandes de renseignements.

---

## LÉGISLATION

La Chambre de Commerce de Constantine est autorisée, par décret du 14 novembre, à avancer au gouvernement général de l'Algérie une somme de 256000 francs, en vue de concourir aux dépenses d'établissement des circuits téléphoniques Constantine-Batna-Biskra (148000 francs) et Constantine-Aïn-Beida-Khenchela (108000 francs).

---

## BREVETS [1].

390314, du 27 juillet 1907. — Deutsche telephonwerke G. m. b. H. — Transmetteur de signaux à distance avec organe de contact actionné le long d'une voie de contact.

380453, du 1er août 1907. — Société Livermore pay station Cy. — Perfectionnements dans les appareils téléphoniques à paiement préalable fonctionnant par l'introduction de pièces de monnaie.

380464, du 2 août 1907. — Stone. — Perfectionnements aux appareils de télégraphie sans fil.

380290, du 26 juillet 1907. — Pelgeais. — Porte-charbon à membranes multiples.

380407, du 31 juillet 1907. — Société anonyme Montbarbon. — Induit en une pièce pour magnétos ou dynamos.

380454, du 2 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Système perfectionné d'alimentation des moteurs électriques auxiliaires nécessaires au perfectionnement normal des génératrices à haute tension.

380455, du 2 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Mode de démarrage des stations centrales et sous-stations alimentant des réseaux de distribution électrique.

380456, du 2 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Perfectionnements à la construction des machines dynamos électriques à courant continu.

380296, du 27 juillet 1907. — Société Le Manquais Electrical Mfg Cy. — Perfectionnements aux coffrets muraux pour appareils électriques.

380378, du 30 juillet 1907. — Compagnie Française Thomson-Houston. — Perfectionnements à la fabrication de conducteurs en graphite.

[1] Liste communiquée par M. H. Josse, Ingénieur-Conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

380430, du 1er août 1907. — Société Fabrik Elektrischer Zünder G. m. b. H. — Procédé pour rendre les dépôts électrolytiques exempts de pores et adhérents au support métallique.

380528, du 3 août 1907. — Compagnie Française Thomson-Houston. — Perfectionnements aux transformateurs de téléphone.

380563, du 10 octobre 1906. — Balachowsky et Caire. — Perfectionnements apportés au réglage des machines électriques en général.

380582, du 6 août 1907. — Mayo et Houlehan. — Rhéostat de démarrage pour moteurs électriques.

380655, du 9 août 1907. — Société Nya Accumulator Aktiebolaget Jungner. — Accumulateur à alliage de nickel.

380662, du 9 août 1907. — Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke A. G. — Moteur à répulsion interverti.

380668, du 9 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Perfectionnements dans les moteurs asynchrones à courants alternatifs.

380684, du 27 mai 1907. — Société Neudorffer. — Machine électromagnétique polypolaire servant d'appareil d'allumage pour moteurs, avec mise en rotation automatique actionnée par un ressort.

380493, du 26 avril 1907. — Dieter, Bowsher et Davis. — Dispositif pour la mise en place des câbles dans les tubes ou conduits.

380557, du 5 août 1907. — Sawyer. — Trolley.

380583, du 6 août 1907. — Mayo et Houlehan. — Coupe-circuit à lames de plomb.

380637, du 13 octobre 1906. — Goisot. — Procédé de fixage des conducteurs aux extrémités des résistances électriques.

380638, du 14 octobre 1906. — Goisot. — Perfectionnements aux résistances électriques.

380661, du 9 août 1907. — The Morgan Crucible Cy Ltd. — Dispositif perfectionné pour attacher des conducteurs flexibles à des balais de collecteurs et d'autres applications analogues.

380601, du 7 août 1907. — Fabrik Elektrischer Zünder G. m. b. H. — Procédé pour la préparation de dépôts métalliques.

380610, du 7 août 1907. — Viel. — Four électrique.

380699, du 6 juillet 1907. — Marbe. — Procédé pour faire varier les flammes par les ondes électriques.

380586, du 6 août 1907. — Kilborn. — Lampe électrique à arc.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Fer.* — Les exportations françaises de minerai de fer ont atteint 1 539 000 tonnes pendant les trois premiers trimestres de 1907, contre respectivement 1 314 000 et 966 000 tonnes pendant la même période de 1906 et 1905. Sur ce chiffre l'Allemagne a pris 407 621 tonnes en 1907, contre 338 661 et 186 913 tonnes en 1906 et 1905. Comme on le voit, l'exportation des minerais de fer de France en Allemagne a plus que doublé depuis deux ans. Ce minerai provient de la Meurthe-et-Moselle et de Normandie. Sa valeur pour les neuf premiers mois de 1907 est estimée par la douane à 13 millions de francs, de telle sorte que pour l'année entière on arrivera au chiffre de 17 à 18 millions.

* * *

La Société pour l'installation de fours électriques à acier de Berlin a concédé de nouvelles licences de ses fours à induction pour la fabrication de l'acier aux aciéries liégeoises (Liège).

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

*Société d'affinage de métaux.* — Constituée le 3 octobre 1907. — Capital : 2 000 000 francs. — Siège social : 56, rue de Provence, Paris.

*Société des Mines de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille.* — Constituée le 7 octobre 1907. — Capital : 1 200 000 francs. — Siège social : 50, boulevard Haussmann, Paris.

*Société Edoux et Cie.* — Construction d'appareils mécaniques. — Constituée le 3 octobre 1907. — Capital : 1 000 000 francs. — Siège social : 17, rue Lecourbe, Paris.

*Société minière Niger-Guinée.* — Constituée le 7 octobre 1907. — Capital : 600 000 francs. — Siège social : 46, rue de Provence, Paris.

*Société Bosquet et Cabanel.* — Fonderie. — Constituée le 23 octobre 1907. — Capital : 150 000 francs. — Siège social : 155, rue Michel-Bizot, Paris.

*Société « Les applications électriques ».* — Constituée le 10 octobre 1907. — Capital : 50 000 francs. — Siège social : 8, rue Gounod, Paris.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Allgemeine Elecktricitäts-Gesellschaft, Berlin.*

Nähmaschinenmotoren für Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom.

Drehstrom-Motoren von 375 bis, 107 Touren pro minute.

*Société d'appareillage électrique Grivolas, Paris.*

Tarif-album des appareils et accessoires pour l'éclairage électrique.

*Compagnie Internationale d'Électricité, Liège.*

Bulletin n° 35. — Installations électriques des charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldégonde et Genk.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Compagnie électrique de la Loire, à Saint-Etienne.* — Le dividende 1906-1907 est de 22 fr. 50 par action.

*Société industrielle d'énergie électrique.* — Le 9 décembre, dividende 1906-1907, de 7 fr. 50 (7 fr. 20 par action nominative et 6 fr. 92 au porteur, coupon n° 5) : à Paris, au Crédit industriel et commercial.

*Ateliers de construction du Nord de la France, à Crespin.* — Dividende proposé pour 1906-1907 : 45 francs par action ancienne, 35 fr. 55 par action nouvelle et 119 fr. 78 par part de fondateur.

*Société lorraine de Diétrich.* — Pendant son dernier exercice la production de son atelier d'automobiles a été entièrement écoulée et son chiffre de vente a atteint 11 798 784 francs. Mais en dehors des bénéfices qui peuvent lui revenir de ce département, ceux à provenir de la construction de wagons seraient suffisants, dit-on, pour maintenir dans l'avenir le dividende à 50 francs par action. La société livre pour un million de francs de wagons par mois et son carnet de commandes est pourvu pour longtemps.

*Compagnie de Fives-Lille.* — L'exercice 1906-1907 a donné un bénéfice de 1 103 810 francs, permettant non seulement d'amortir le solde débiteur antérieur qui s'élevait à 864 299 francs, mais de conserver un solde créditeur de 239 511 francs. Aucun dividende ne sera encore distribué cette année, mais la situation de la société n'en paraît pas moins très favorablement modifiée.

*Métropolitain.* — Le préfet de la Seine vient d'adresser au conseil municipal son mémoire sur le réseau complémentaire qui doit être attribué à la compagnie. Il propose l'émission par la ville de Paris d'un emprunt de 110 millions pour la construction des nouvelles lignes.

*Omnium Lyonnais.* — Les bénéfices du dernier exercice se sont élevés à 1 083 452 francs. Le dividende sera maintenu à 6 francs et le fonds de prévoyance sera doté de 450 000 francs.

*Aumetz-La Paix.* — Des renseignements contenus dans le rapport à présenter à l'assemblée prochaine, il résulte que, malgré la grève minière, la production de minerais a été de 740 692 tonnes à Aumetz, de 144 080 tonnes à La Paix, de 297 637 tonnes à Havange ; le charbonnage Général a donné 175 637 tonnes de charbon et 125 476 tonnes de coke ; il a été produit 262 045 tonnes de fonte à La Paix, 145 141 tonnes à Fontoy ; la production d'acier brut a passé à 347 117 tonnes, celle des produits laminés à 309 855 tonnes.

Conformément à ce qui a été annoncé, le bénéfice global a atteint 12 869 902 francs, y compris 488 657 francs reportés ; après déduction des frais généraux et des intérêts, il sera proposé de consacrer 2 995 846 francs aux amortissements ordinaires, 391 883 francs à la réserve, 375 000 francs aux amortissements extraordinaires sur machines, 625 000 francs aux amortissements extraordinaires sur actions Fontoy, 125 000 francs au fonds de réfection des hauts fourneaux, 625 000 francs à la réserve spéciale, 187 500 francs aux fonds de prévoyance et de secours ; les actionnaires recevraient 4 260 000 francs ou 12 % de dividende, les tantièmes et gratifications 691 902 francs ; enfin 556 367 francs resteraient à reporter à nouveau.

*Société John Cockerill.* — En attendant la publication du rapport annuel, signalons que le bénéfice brut a été de 5 512 699 francs ; 221 509 francs sont versés au fonds de réfection des hauts fourneaux, 193 600 francs à la réserve comme intérêts du fonds de roulement, 1 644 190 francs aux amortissements sur immeubles et outillage ; les frais généraux et intérêts absorbent 914 073 francs, les subsides aux caisses du personnel 212 327 francs, les frais d'expositions et liquidations diverses 83 656 francs ; le solde de 2 243 333 francs appartient aux actionnaires à raison de 2 125 000 francs ou 85 francs par action, et aux tantièmes à raison de 118 333 francs. Le chiffre d'affaires a été de 44 996 000 francs ; au 30 juin, le carnet de commandes comportait 22 789 000 francs en ordres généralement rémunérateurs.

*Forges de Sarrebrück.* — L'assemblée a voté la répartition du bénéfice ainsi qu'elle était proposée ; mais, contrairement à ce qu'on avait annoncé, le fonds de prévision ne reçoit pas 2 millions ; le bénéfice de 6 758 223 francs, report de 32 738 francs compris, est ainsi affecté : amortissements et prélèvements divers, 3 232 972 francs ; dividende de

500 francs, 2400000 francs; tantièmes, 325251 francs; au fonds de prévision, 800000 francs.

*Mines de cuivre Andréa.* — Cette Société, constituée pour trente ans le 27 septembre dernier, avec siège à Bruxelles, a pour objet l'exploitation des mines de cuivre d'Andréa, d'Esperanza et de Nuestra Senora del Carmen, sises dans le district de Llerena, province de Badajoz (Espagne). Le capital est d'un million de francs, représenté par 10000 actions privilégiées de 100 francs, outre 10000 actions ordinaires sans mention de valeur. 3000 des premières ont été souscrites et libérées de 10 %; le reste a servi à rémunérer les apports.

Voici quelle sera la répartition des bénéfices : 5 % à la réserve légale et 5 % pour un second fonds de réserve; 5 % de premier dividende aux actions privilégiées; du restant, 15 % aux administrateurs et commissaires, et du solde, 10 % aux actions privilégiées et 60 % aux actions ordinaires.

*Anciens Établissements Louis De Naeyer.* —L'assemblée générale a autorisé le conseil à émettre 7193 actions privilégiées nouvelles de 500 francs participant, au prorata des versements effectués, aux bénéfices de l'exercice en cours comme les 12007 titres anciens; 2 millions de francs d'obligations 4 1/2 % pourront aussi être émis; les actions anciennes des deux catégories auront un droit de préférence à raison d'une action nouvelle pour deux anciennes.

*La Métallurgique.* — L'atelier d'automobiles de Marchienne a été apporté à une société spéciale, l'Auto-Métallurgique, au capital d'un million, en 2000 actions privilégiées de 500 francs et 2000 actions de dividende; le conseil d'administration est composé de MM. Georges Marquet, Joseph Capelle, Félix Hecq, Fernand du Roy de Blicquy et Germanès.

*Aciéries d'Angleur.* — Le bénéfice réalisé pendant le dernier exercice s'élève à 1735000 francs, contre 1050000 francs l'année précédente. Il a été porté aux amortissements 1250000 francs contre 700000 francs. Enfin, le conseil proposera la répartition d'un dividende de 20 francs contre 15 francs l'an dernier.

*Hauts fourneaux de Rombach.* — Le bénéfice net du dernier exercice s'élève à 11563557 marks. Après défalcation de 1285018 marks pour les frais d'administration, intérêts et provisions; de 1626275 marks retraites et accidents, habitations du personnel, gratifications, de 2984873 marks pour amortissements, il reste un bénéfice net de 5635468 marks. On distribuera 14 % aux actions.

*Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.* — Après déduction des frais généraux, impôts, intérêts des emprunts et amortissements, l'exercice clos le 30 juin dernier laisse un solde de 14868175 marks, contre 12888952 marks en 1905-1906. Le conseil proposera à l'assemblée du 10 décembre de fixer le dividende à 12 % sur le capital de 100 millions de marks. Il avait été distribué l'année dernière 11 % sur 86 millions et 5 1/2 % sur 14 millions de marks. Les commandes des trois premiers mois du nouvel exercice s'élèvent à 240 millions de marks, contre 188 millions pour la même période de 1906.

*Société belge de tramways.* — L'assemblée générale extraordinaire du 4 novembre a approuvé les modifications au capital proposées par le conseil d'administration.

Il sera créé un capital de priorité de 2 1/2 millions de francs en 2500 actions de 1000 francs 5 %. Les actions privilégiées existantes sont stipulées sans désignation de valeur nominale, tout en conservant leurs droits statutaires.

Les nouvelles actions de priorité donnent droit à dix voix chacune et seront remboursables au pair avant celles des autres catégories.

*Hauts fourneaux de la Chiers.* — Le Conseil d'administration proposera, dit-on, à la prochaine Assemblée, la répartition d'un dividende de 30 francs net par action.

## ADJUDICATIONS

### France.

Les Sociétés désireuses d'entreprendre, dans le département du *Gers*, des chemins de fer à voie étroite, des tramways sur route, des services d'autobus ou tous autres services de transports rapides en commun sont informées que la clôture du délai, primitivement fixée au 16 novembre courant, pour la présentation de leurs propositions, est prorogée jusqu'au 1er décembre 1907.

### Belgique.

Le 29 janvier, à 11 heures, à la Société nationale des chemins de fer vicinaux, 14, rue de la Science, à *Bruxelles* : entretien et exploitation du chemin de fer vicinal de Comblain-la-Tour-Manhay-Melreux. Soumissions recommandées le 25 janvier.

### Allemagne.

Le 5 décembre, à l'administration de la ville, à *Leipzig*, fourniture de câbles à courant continu pour l'usine électrique.

Le 7 décembre, aux chemins de fer de l'État prussien, à *Cologne,* fourniture de 34800 kilogrammes feuilles de cuivre, 347000 kilogrammes tôles id. pour boîtes à feu de locomotives, 235000 kilogrammes tiges de cuivre, 5350 kilogrammes fil id., 35800 kilogrammes tuyaux id., 11000 kilogrammes feuilles de laiton et 7600 kilogrammes fil de laiton.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Jessen* (Halle-sur-Saale), établissement d'installations électriques.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Osnabrück*, extension des travaux hydrauliques, 70000 marks.

AUTRICHE-HONGRIE

Le 2 décembre, aux chemins de fer de l'État autrichien, à *Vienne*, fourniture et montage d'installations mécaniques, machines-outils, chèvres à lever les wagons, etc., pour l'atelier du chemin de fer local de Trient-Malé.

Le 10 décembre, aux chemins de fer de l'État autrichien, à *Linz*, fourniture d'une grue roulante de 60 tonnes, une grue roulante de 5 tonnes et un transbordeur pour la canalisation, le tout actionné électriquement.

ITALIE.

Le 6 décembre, à 11 heures, au ministère de la marine, à *Rome*, et à la direction générale de l'arsenal de *Tarante*, fourniture de tubes réfrigérants en laiton pour condenseurs, en 3 lots. Total : L. 227431,50.

ESPAGNE.

Jusqu'au 23 décembre, à 14 heures, à la junte des travaux du port à *Huelva*, offres pour la fourniture de quatre locomotives-tenders destinées aux travaux dudit port ; caut. provisoire : 8000 pesetas.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

M. Richard R. Lodola, aux soins de la Banque espagnole du Rio de la Plata, 32, avenue de l'Opéra, à Paris, reçoit les propositions pour fourniture des matériaux nécessaires à la construction, à l'équipement, etc., de la ligne Urdaniz de la Compagnie des tramways électriques de la ville de *Buenos-Aires*.

---

### *Vente de la Bibliothèque d'Édouard Hospitalier.*

Le douloureux événement qui, le 9 mars dernier, enlevait Édouard Hospitalier presque subitement à l'affection des siens, privait en même temps la science et l'industrie électriques de l'homme qui, peut-être, les associait le plus complètement en son esprit. Tour à tour professeur, publiciste, ingénieur, inventeur, et le tout avec succès. Hospitalier, depuis trente ans sur la brèche, avait assimilé toutes les théories et connu toutes les inventions du domaine de l'électricité ; il les avait enseignées par la parole et par le livre ou l'article ; il les avait appliquées dans d'ingénieux appareils ; il les avait fait progresser par la clarté qu'il avait apportée dans le langage, par les définitions qu'il avait proposées, par les démonstrations ingénieuses et simples, grâce auxquelles se trouvait réalisée une sérieuse économie dans le travail de ses élèves.

La documentation d'Hospitalier était prodigieuse Voulant tout voir avec netteté, il rassemblait tous les écrits susceptibles de l'enrichir encore, et, avec un sens pratique qui s'ajoutait à son besoin de clarté, il classait sans cesse ses documents, les cataloguait, les organisait de manière à pouvoir, avec le minimum de recherches, trouver le renseignement utile et le faire servir dans sa multiple activité.

C'est pourquoi, même alors qu'il ne peut plus les utiliser lui-même, ses papiers, imprimés ou manuscrits, classés avec méthode, conservent une grande valeur pour ceux qui, parcourant la même carrière, sont désireux d'acquérir une documentation de premier ordre.

Ce n'est pas la caractéristique la moins intéressante de la bibliothèque que laisse Hospitalier, de contenir une foule de documents étrangers, livres, brochures ou manuscrits. Des séries, pour la plupart complètes jusqu'à cette année, des périodiques les plus importants donnent, à l'ensemble, un caractère de continuité assez rare dans une bibliothèque privée, et que les amateurs sauront apprécier.

Les annotations nombreuses de sa main rappellent que ces livres furent les compagnons de son incessant labeur ; ils pourront apporter à d'autres professeurs, à d'autres ingénieurs, tout ce qui peut être transmis du travail d'un penseur.

La vente aura lieu le vendredi 6 décembre 1907, à 8 heures du soir, dans les salles de ventes aux enchères de la librairie E. M. Paul et fils et Guillemin, 28, rue des Bons-Enfants, Paris.

***

## AVIS

La prochaine réunion mensuelle de la Société internationale des Electriciens aura lieu le mercredi 4 décembre, à 8 h. 1/2 précises du soir, dans la grande salle des séances de la Société d'encouragement, 44, rue de Rennes, à Paris.

ORDRE DU JOUR :

1° Discussion de la communication de M. MEDOVELLI sur l'appareillage électrique à haute et basse tension ;

2° Appareils de protection contre les conséquences des ruptures des conducteurs aériens, par M. BARRÉ. Projections.

3° Application des appareils de protection ci-dessus aux lignes de trolleys, par M. MARIAGE.

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 23 Novembre 1907.*

| | |
|---|---|
| **FRANCE** | |
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 245 |
| Cie française matériel. | 667 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 685 |
| Cie générale française tramways. | 541 |
| — parisienne tramways. | 146 |
| Creusot (Schneider). | 1 900 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 528 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Edison (Cie continentale). | 945 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 350 |
| Électro-métallurgique Dives. | 370 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 524 |
| Fives-Lille. | 338 |
| Forces motrices Rhône. | 590 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 090 |
| Franco-belge matériel. | 720 |
| Métropolitain. | 499 |
| Nord de la France. | 790 |
| Parisienne électrique. | 230 |
| Secteur place Clichy. | 1 025 |
| — rive gauche, Paris. | 275 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 825 |
| Téléphones (Société industrielle). | 316 |
| Thomson-Houston. | 570 |
| **BELGIQUE** | |
| Ateliers de la Meuse. | 1 210,50 |
| — Thiriau. | 462,50 |
| — Willebroeck. | 222,50 |
| Beer. | 495 |
| Cockerill. | 1 690 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 800 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 705 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |
| **ALLEMAGNE** | |
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 242,85 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 315 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 171,25 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 191,25 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 182,25 |
| Lahmeyer. | 142,50 |
| Schuckert. | 125,25 |
| Siemens et Halske. | 206,25 |
| Voigt et Haëffner. | 194,10 |
| **SUISSE** | |
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 520 |
| Brown Boveri. | 1 875 |
| Franco-suisse électrique. | 450 |
| Motor. | 590 |
| Oerlikon. | 330 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 16 NOVEMBRE | SAMEDI 23 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 38 à 40 | 33 à 36 |
| *Cuivre.* | 58 à 57,15 | 59,15 |
| *Etain.* | 136,10 à 138 | 136 à 137,10 |
| *Plomb.* | 18,12/6 à 18,2/6 | 18,2/6 |
| *Zinc.* | 21,5 à 22 | 21,5 à 22,5 |

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

**Périodiques du 15 au 22 Novembre 1907.**

J. Dalemont. — Enseignement technique (*Eclairage Electrique*, 16 novembre 1907).

C. Somigliana. — Sulla preparazione matematica degli allieri ingegneri (l'*Elettricista*, 15 novembre 1907).

P. Bougault. — Le refus d'une autorisation de voirie et le recours pour excès de pouvoir (*Houille blanche*, octobre 1907).

M. Wien. — Sur une erreur commise dans la mesure de l'amortissement par la méthode de Bjerknes (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

F Grunbaum. — Uber relative Resonanz im Wechselstromkreis (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 21 novembre 1907).

L. Cohen. — Self-Inductance of a Solenoid of any number of Layers (*Electrical World*, 9 novembre 1907).

B.-F. Jakobsen. — Influence des charges non équilibrées dans la transformation de courants triphasés en courants diphasés (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

E.-B. Rosa. — The variation of manganin resistances with atmosphery humidity (*Electrician*, 15 novembre 1907).

R. Goldschmidt. — Sismographe à enregistrement électrique (*Bulletin de la Société Belge des électriciens*, novembre 1907).

J. Liska. — Sur le fonctionnement des parafoudres à cylindres (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

G. Berndt. — Ein selbstzeigendes Vakuum-Messinstrument (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 21 novembre 1907).

J.-T. Irwin. — Wattmètres et oscillographes thermiques (*Electrician*, 16 novembre 1907).

C.-B. Edwards. — Builders' Trials of Curtis turbine steamer « Creole » (*Engineering*, 15 novembre 1907).

. . . . . — The Large Gas-Engine (*Engineering*, 15 novembre 1907).

J.-A. Farcot. — Les moteurs légers à explosion avec refroidissement par l'air (*Eclairage Electrique*, 16 novembre 1907).

O.-H. Mueller. — Les pompes turbines (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

P. Postel-Vinay. — Sur les pivots des turbines à vapeur à axe vertical (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

R. Pitaval. — État actuel de l'industrie de l'aluminium (*Génie Civil*, 16 novembre 1907).

G. Rosset. — Sur l'expression de la résistivité électrolytique et ses conséquences (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

V. Engelhardt. — Elektrische Induktionsöfen und ihre Anwendung in der Eisen und Stahlindustrie (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 21 novembre 1907).

A. Brochet. — Sur les réactions de la cuve de nickelage (*Eclairage Electrique*, 16 novembre 1907).

F.-C. Parkins. — L'éclairage électrique des navires et des trains au moyen de turbines à vapeur (*Electrician*, 16 novembre 1907).

H.-H. Broughton. — Electric Cranes (*Electrician*, 22 novembre 1907).

R. Apt. — Sur les fils émaillés (*Eclairage Electrique*, 16 novembre 1907).

N. Stahl. — Distribution and Breadth Coefficients of Alternators (*Electrical World*, 9 novembre 1907).

H. Schnetzler. — Regelung von Repulsionsmotoren durch Bürstenverschiebung (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 21 novembre 1907).

U.-R. Andrei. — I motori monofasi a collettore (l'*Elettricista*, 15 novembre 1907).

. . . . . — Moteur pour grue électrique à grande vitesse (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

T.-R. Lyle. — Relevé des courbes de transformateurs (*Eclairage Electrique*, 23 novembre 1907).

H. Hobart et F. Punga. — Description d'un alternateur triphasé de 5 000 kilowatts (*Eclairage Électrique*, 23 novembre 1907).

E. A. Watson. — Sur la perméabilité des tôles en alliage pour les hautes inductions (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

J. Bethenod. — Sur le transformateur à résonance (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

J.-A. Fleming. — Théorie élémentaire des oscillateurs électriques (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

Fessenden. — A regular Wireless Telegraph service betwesen America and Europe (*Electrician*, 22 novembre 1907).

R. Goldschmidt. — Télégraphie et téléphonie sans fils spéciaux pour l'utilisation des conducteurs d'un réseau électrique (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

.... — The Knockroe transatlantic Radio-Telegraph station (*Electrician*, 15 novembre 1907).

E.-J. Berg. — Constants of cables and magnetic conductors (*Proceedings of the American Institute of Electrieal Engineers*, octobre 1907).

J.-B. Sparks. — Aluminium as a Substitute for Copper for Electrical Transmission Purposer. (*Electrical Review*. Londres, 15 novembre 1907).

R. Hundhausen. — Verfahren zur Normalisierung von Edison-Stöpselsicherungen mittels geeigneter Mehlehren und Fräswerkzeuge (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 21 novembre 1907).

P. Frei. — Die Zentrale Weichen und Signalstellung auf der Station in der Mitte des Simplontunnels und die Streckenblockeinrichlung Brig-Tunnelstation. Iselle (*Schwigehsrische Elektrotechnische Zeitschrift*, 16 novembre 1907).

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

*Société d'Electricité Mors.* — Constituée le 27 septembre 1907. — Capital : 650 000 francs. — Siège social : 10, rue Brémontier, Paris.

*Compagnie Française des Fonderies d'Antimoine de Porto (Portugal).* — Constituée le 19 septembre 1907. — Capital : 400 000 francs. — Siège social : 3, rue de Milan, Paris.

*Compagnie Française des accumulateurs électriques « Phœnix ».* — Constituée le 17 septembre 1907. — Capital : 300 000 francs. — Siège social : 173 *bis*, quai Valmy, Paris.

*Société d'Electricité Henri Letorey fils et Cie.* — Durée : 10 ans. — Capital : 80 000 francs. — Siège social : 11, avenue Rapp, Paris.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin.*
Elektrischer Einzelantrieb von Ringspinnmaschinen.

*Compagnie Internationale d'Electricité, Liège.*
Bulletin n° 33. — La commande électrique des machines à papier.
Bulletin n° 34. — Cabestans électriques.

*Ateliers Oerlikon.*
Das Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg.

*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.*
Hilfspol-Maschinen.
Motoren-Schaltkästen in Gussgehaüse.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Chemin de fer des Alpes bernoises.* — Nous avons annoncé dans notre numéro du 12 octobre, page *31*, l'admission à la cote des actions et obligations de cette compagnie. Cette société a été fondée à Berne en juillet 1906 pour la construction de l'une des grandes voies d'accès au Simplon.

Le groupe d'entrepreneurs qui a assumé l'exécution des travaux de cette ligne a déjà ouvert ses chantiers et commencé le grand tunnel de 11 kilomètres à percer en cinq ans à travers les Alpes bernoises, à une hauteur de 1 240 mètres. Si rien ne vient contrarier les prévisions, les trains pourront circuler en 1912.

Le capital de la société comporte 21 millions d'actions ordinaires, souscrites par le canton de Berne, les communes et les corporations intéressées, et 24 millions d'actions privilégiées qui ont été émises en juillet 1906. Le solde du capital nécessaire à la cons-

truction, lequel est prévu au total pour 89 millions, sera formé par 29 millions d'obligations 4 % ayant une première hypothèque sur tout l'actif de la société et 15 millions d'obligations 4 1/2 % recevant une garantie hypothécaire en deuxième rang. Ces déterminations sont statutaires et font partie de la constitution même de la société.

La compagnie a émis au mois d'août 1906 les 48 000 actions privilégiées de 500 francs, puis du 15 au 25 octobre 1906 les obligations de l'emprunt hypothécaire premier rang, soit 29 millions en 58 000 obligations de 500 francs, 4 %, rapportant 20 francs net d'impôts actuels français et bernois.

*Mines de Montecatini, à Rome.* — La société vient de décider de cesser l'exploitation de sa mine de cuivre au Val di Nievole. Cette mine, portée au bilan pour un franc, occasionne une dépense d'une trentaine de mille francs par an et n'est susceptible de rendement que lorsque les prix du cuivre sont élevés.

Le syndic de la commune où est située ladite mine, préoccupé du sort des 200 ouvriers qui y sont employés, a demandé au conseil d'administration de laisser en activité les ateliers de lavage.

*Fabrique d'automobiles Fiat, à Milan.* — Cette Société va porter son capital de 9 à 20 millions de lires avec la participation des Compagnies françaises Darracq et de Diétrich.

## ADJUDICATIONS

### France.

Le 20 novembre, à l'inspection générale des Postes et Télégraphes, 12, rue Dumont-d'Urville, à *Alger*, fourniture de fils de cuivre nécessaires au service algérien. Cahier des charges au Sous-Secrétariat des Postes et Télégraphes à Paris.

### Belgique.

Le 26 novembre, aux hospices civils, boulevard du Jardin botanique (hôpital Saint-Jean, à *Bruxelles*, installation de l'éclairage électrique à l'hospice de la Maternité.

Le 27 novembre, à midi, à la *Bourse de Bruxelles*, fourniture, en un seul lot, en 1908, de 400 paires d'éclisses spéciales en fer ou en acier estampé ou en acier moulé pour raccorder les rails du profil Vignole de 40$^{kil}$,650 à ceux de 57 kilogrammes par mètre courant; cautionnement: 1 000 francs. Soumissions recommandées le 23 novembre.

Le 27 novembre 1907, à 11 heures, Société nationale des chemins de fer vicinaux, rue de la Science, 14, à *Bruxelles*, ouverture publique des soumissions pour la construction de la section de Souvret (rue des Fosses) à Fontaine-l'Évêque (station) du chemin de fer vicinal de Chapelle-lez-Herlaimont à Anderlues. Montant du devis, 73 127 fr. 25. Cautionnement, 7 000 francs.

Le 31 décembre, à 10 heures, par devant le commandant du génie de la place de *Bruxelles-Ouest*, rue des Rentiers, n° 40, installation d'un réseau électrique et installation et mise en service des appareils nécessaires à l'éclairage électrique de la nouvelle école militaire à Bruxelles, 7 500 francs à valoir pour imprévus; cautionnement, 6 000 francs; prix du cahier des charges : 2 francs; prix des plans : 40 francs. S'adresser 15, rue des Augustins, à Bruxelles. Soumissions recommandées le 28 décembre.

### République Argentine.

Le 2 décembre 1907, direction générale du chemin de fer central du Nord, à *Buenos-Aires*, fourniture de 30 locomotives.

## BREVETS A CÉDER

### RÉCEPTEURS POUR TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

M. Poulsen, titulaire des deux brevets français ci-après :

N° 357 422, du 1$^{er}$ septembre 1905, pour système de récepteur pour signaux de télégraphie sans fil;

N° 357 701, du 13 septembre 1905, pour récepteur pour télégraphie sans fil,

Serait désireux d'accorder des licences d'exploitation de son invention ou de céder totalement ou pareillement ses brevets.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Armengaud jeune, ingénieur-conseil, 23, boulevard de Strasbourg, à Paris.

* * *

### MANCHONS INCANDESCENTS

Brevet français n° 358 252.

On désire céder ce brevet ou en accorder des licences.

S'adresser à M. l'Ing$^{r}$ C. Pieper, Patentanwalt, Hindersinstr. 3. Berlin N. W. 40.

## DEMANDE D'EMPLOI

***Ingénieur en chef,*** 16 ans de pratique dans le calcul des machines électriques de tous genres dans diverses maisons renommées d'Europe et d'Amérique, cherche situation de chef de bureau dans maison française, parle français, anglais et allemand.

Écrire bureau du journal, F. U.

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 9 Novembre 1907.*

## FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 250 |
| Cie française matériel. | 675 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 668 |
| Cie générale française tramways. | 555 |
| — parisienne tramways. | 145 |
| Creusot (Schneider). | 1 895 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 526 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Édison (Cie continentale). | 925 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 361 |
| Électro-métallurgique Dives. | 380 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 415 |
| Fives-Lille. | 333,25 |
| Forces motrices Rhône. | 596 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 096 |
| Franco-belge matériel. | 720 |
| Métropolitain. | 492,50 |
| Nord de la France. | 805 |
| Parisienne électrique. | 230 |
| Secteur place Clichy. | 1 045 |
| — rive gauche, Paris. | 281 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 800 |
| Téléphones (Société industrielle). | 315 |
| Thomson-Houston. | 567 |

## BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 229,50 |
| — Thiriau. | 460 |
| — Willebroeck. | 215 |
| Beer. | 599,50 |
| Cockerill. | 1 625 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 890 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 709 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

## ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 244,75 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 350 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 179 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 193,75 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 181,80 |
| Lahmeyer. | 144,50 |
| Schuckert. | 126,80 |
| Siemens et Halske. | 210 |
| Voigt Haeffner. | 194,35 |

## SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 540 |
| Brown Boveri. | 1 950 |
| Franco-suisse électrique. | 456 |
| Motor. | 607 |
| Oerlikon. | 365 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 050 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 2 NOVEMBRE | SAMEDI 9 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 40 à 44 | 41 à 45 |
| *Cuivre.* | 62 à 63 | 59,5 |
| *Étain.* | 152 à 153 | 137,10 à 139,5 |
| *Plomb.* | 18,12/6 à 19,5 | 17,15 |
| *Zinc.* | 22 à 22,10 | 21,10 |

Tome LIII. Samedi 23 Novembre 1907. 14e Année. — N° 47.

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

**Électriques — Mécaniques — Thermiques**

DE

# L'ÉNERGIE

## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

### *L'Industrie électrique en Italie.*

D'après la notice éditée par le Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce (annoncée dans notre Bibliographie du 19 octobre) le total des installations électriques autorisées en Italie pendant l'année 1906 est de 239, dont 114 extensions d'installations déjà existantes et 125 nouvelles avec leurs stations génératrices : parmi ces dernières, 79 utilisent la force motrice hydraulique et 52 des moteurs à gaz et à vapeur.

Les plus importantes de ces installations sont :

Dans l'Italie septentrionale, les installations de la Societa Lombarda de Milan pour le transport et la distribution de 15000 K. W. environ dans les provinces de Sondrio, Como et Milan, et celles de la Societa delle forze motrici dell'Anza pour le transport et la distribution de 7200 K. W. environ dans la province de Novara.

Dans l'Italie centrale, les installations de la Societa mineraria ed elettrica del Valdarno pour le transport et la distribution de 4400 K. W. environ dans les provinces d'Arezzo, Florence et Sienne ; celles de la Societa della Valnerina pour une fabrique de carbure de calcium près de Narni, et celles de la Societa per Imprese ellettriche di Roma pour le transport et la distribution de 6000 K. W. environ dans la banlieue nord de Rome.

Dans l'Italie méridionale, les installations de la firme Zecca, Cauli et Cie pour le transport et la distribution de 700 K. W. environ dans la province de Chieti.

Les installations les plus importantes en raison de la quantité d'énergie transmise et de la longueur des câbles conducteurs sont :

Le transport de force du Pont Canavese à Rivarolo de la Societa Manifattura di Rivarolo et San Giorgio Canavese ; celui de Bard à Carema de la Société industrielle électrochimique de Pont Saint-Martin ; celui des chemins de fer fédéraux Suisses pour la traction électrique entre Iselle et Briga ; celui de la Société Conti, de Vigevano à Pavie et à Novare ; celui de la Société électrique Bresciana, de Brescia à Crémone ; sans compter les installations de la Societa Bergamasca de la province de Bergame, celles de la Societa officine elettriche Genovesi sur la rivière du Levant, celles de la Societa del Cellina dans les provinces de Venise et de Padoue, et celles de la Societa Marchigiana pour les usines électriques de la province d'Ancône.

### *Usines électriques Sud-Africaines.*

La Victoria Falls Electric Power Co vient d'absorber deux sociétés de distribution, la Rand Central Electric Co et la Rand General Electric Co. On va établir à 2 kilomètres au sud de Germiston une importante centrale principale. L'ancienne usine de la Central Electric va être portée de sa puissance actuelle de 3000 kw. à 9000 kw. Les machines doivent être fournies par l'Allgemeine Electrizitäts Gesellschaft de

Berlin. La puissance de la General Electric ne sera pas modifiée (3 000 kw.). D'après une convention avec l'African European Investement C° qui possède les mines de charbon de Vereeniging, la Victoria Falls Electric Power C° établira, au siège de ces mines, une nouvelle usine génératrice aussitôt que la demande l'exigera.

## TRACTION

### Italie.

L'Administration des chemins de fer de l'État italien va procéder à l'électrification de la section de Milan à Lecco. Cette ligne sera reliée au réseau de la Valteline, et équipée avec le système Ganz, à la suite des expériences qui ont eu lieu entre Lecco et Calolzio et que nous avons signalées dans notre numéro du 28 septembre, page *119*.

* * *

Les travaux ont été commencés sur la ligne électrique, entre Salerne, Cava et Pompéi par la C^ie des Tramways Electriques de Salerne ; la longueur de la ligne est de 30 kilomètres et traverse plusieurs villes importantes, Vietri, Cava, etc.

* * *

Le projet pour le tramway Pallanza, Fondo Toce, qui a été présenté par la commune de Pallanza, afin d'être reliée aux chemins de fer du St-Gothard et du Simplon, a été approuvé par le Ministre des Travaux Publics et l'adjudication va avoir lieu très prochainement.

* * *

Une Société vient de se fonder à Gênes sous le titre « Societa per la Ferrovia Elettrica Genova-Caselli-Bussala » pour la construction d'un tramway électrique reliant ces trois villes.

### Japon.

La Société Yokohama Electric Railway a été chargée par le Gouvernement de construire une ligne électrique de Yokohama à Kamakura.

### Suède.

Le gouvernement suédois a l'intention d'adopter la traction électrique sur ses voies ferrées. Un ingénieur a été chargé d'établir un projet d'électrification du réseau suédois. On prévoit une dépense de 85 millions de francs pour les installations hydro-électriques et les achats de chutes d'eau prévues dans le projet.

### Autriche.

L'administration des chemins de fer de l'État autrichien vient de confier aux usines nationales la commande de 1 367 voitures et wagons, pour un montant de 11 031 100 couronnes.

Elle a également réparti entre les cinq ateliers de construction spéciaux du pays, la fourniture de 33 locomotives à marchandises, 59 locomotives à voyageurs, 8 locomotives-tenders et 44 tenders.

De plus, elle a passé au syndicat autrichien des rails la commande de 30 500 tonnes de rails, dont la moitié de rails Vignole lourds, pour le prix total de 5 1/2 millions de couronnes.

### Suisse.

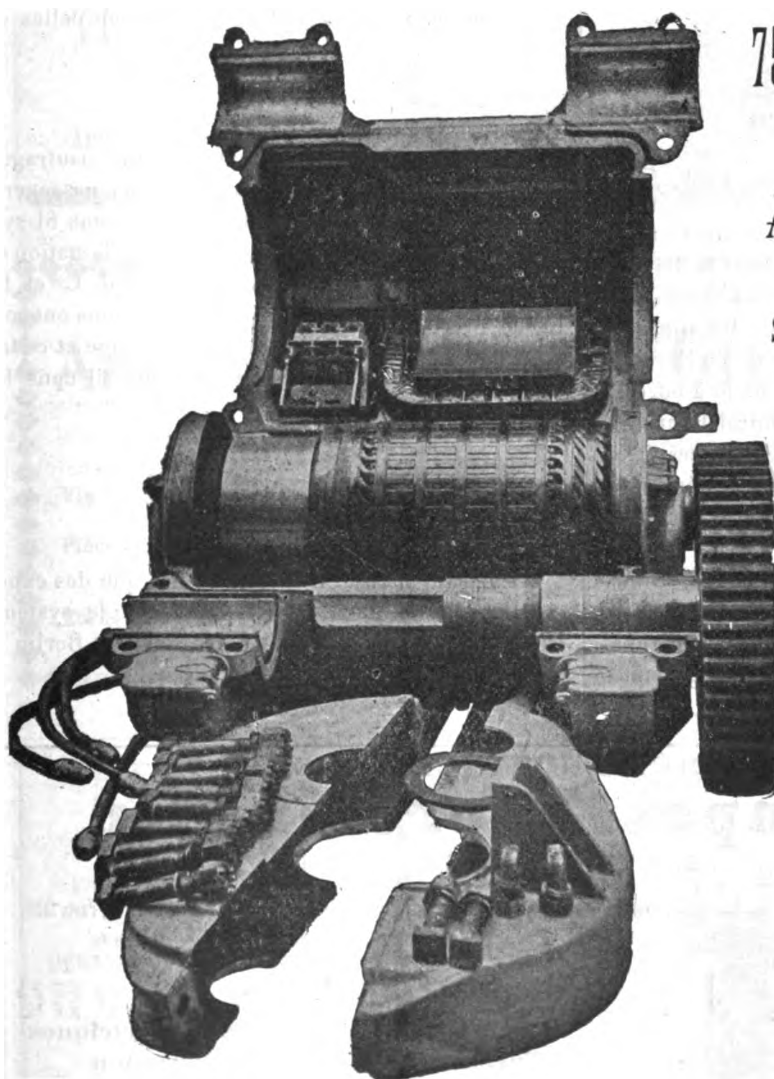
Une demande a été présentée par des ingénieurs suisses et français pour la construction d'une nouvelle ligne d'accès à la Jungfrau, sur le versant valaisan. Ce projet comporte deux parties : une voie étroite électrique partant de Brigue (677 m. d'altitude) pour aboutir au glacier d'Aletsch, et, de là, par la Jungfraufirn, jusqu'au Jungfraujoch.

La première section, à crémaillère, aura 17 kilomètres de longueur, de Brigue à Zenbächen par Platsen, Rischenen, l'hôtel Belalp et le glacier d'Aletsch. La différence de niveau est de 1 572 mètres, soit une pente

# Usines et ATELIERS DE JEUMONT (NORD)

## Ateliers de Constructions Électriques du Nord et de l'Est

Société Anonyme au capital de **20 millions**



***SIÈGE SOCIAL :***

**75, Boul. Haussmann**

**PARIS**

Agence à LYON
pour le Sud-Est :

**SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION**

**ÉLECTRIQUE**

*67, rue Molière*

**LYON**

**Moteurs**

**Dynamos**

**CABLES**

**Traction Électrique**



moyenne de 9 %. La seconde partie du projet est autrement intéressante : c'est le « Schlittenbahn », le train-traîneau, de Zenbächen par le lac de Maerjelen et le Concordiaplatz au Jungfraujoch, où se trouvera la station, soit environ 18 kilomètres.

La ligne circulera sur la neige et sur la glace, mais dans ces conditions, elle doit rester mobile, puisque le terrain est éminemment variable.

Voici en quoi réside l'ingéniosité du système : des traîneaux à dix places glissent sur la neige et la glace, actionnés par une corde sans fin, à laquelle ils sont attachés par des passants mobiles avec déclanchement automatique. Ce sont de légers traîneaux en bois, munis d'une couverture mobile en toile à voile et de freins agissant sur la glace, ils sont actionnés par des moteurs électriques. La vitesse sera de 2 1/2 à 3 1/2 mètres par seconde. Lorsque les crevasses du glacier seront trop larges ou n'offriront pas une sécurité suffisante, on les franchira sur des ponts volants. En somme, c'est une sorte de funiculaire sans rails circulant sur une voie de neige tracée aussi largement que possible.

## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Dans notre numéro du 19 octobre, page *43*, se trouvent mentionnées les installations de stations de téléphonie sans fil à bord du *Virginia* et du *Connecticut*, de la marine de guerre américaine ; la dépêche suivante, adressée de Washington au New-York Times, confirme le succès obtenu avec les appareils de la Radiotelephone Company (système de Forest) :

Les installations de téléphonie sans fil à bord de certains vaisseaux de la flotte de l'Amiral Evans ont donné complète satisfaction pour des distances de 20 kilomètres, et même, pour les distances inférieures, elles ont parues mieux fonctionner que les stations radiolélégraphiques ordinaires.

Entre autres performances remarquables, le *Virginia* a pu envoyer un message téléphoné au *Kentucky*, bien que celui-ci fût muni seulement d'appareils pour la réception au son des radiotélégrammes ordinaires, et tandis que l'on n'avait pu réussir à établir une communication satisfaisante avec les transmetteurs radiotélégraphiques.

Actuellement, cependant, les portées maxima sont relativement courtes, et ne dépassent pas quelques kilomètres, ce qui n'a pas d'inconvénient pour la communication entre navires d'une même flotte. Des installations doivent être faites à bord de tous les navires de la flotte de l'Amiral Evans avant son départ pour le Pacifique, comme nous l'avons annoncé dans notre Numéro du 12 octobre, page *25*.

***

La « *Gaceta* » du 28 octobre publie une loi autorisant le Gouvernement espagnol à établir un projet de développement des services de télégraphie, téléphonie et radiotélégraphie, et un décret royal déclarant d'utilité publique la construction de 4 lignes : la première reliant Madrid à la frontière française, la seconde reliant les principales villes du Nord, la troisième les villes du Sud, et la quatrième celles du Sud-Est.

***

Le steamer *Lituania* qui vient de faire naufrage à Skillinge, près de Stockholm, avec 864 passagers, avait à bord une station de télégraphie sans fil système Poulsen ; il a pu communiquer avec la station de Lingley de l'Amalgated Radio-Telegraph C° et lui demander des secours. Les communications ont continué pendant les opérations du sauvetage et ce fait démontre l'utilité de la télégraphie sans fil dans les cas semblables.

## DIVERS

*L'Electrical Review, Londres* annonce que des expériences sur la photo-télégraphie avec le système Korn ont eu lieu récemment entre Paris et Berlin et qu'elles ont été couronnées de succès.

*
* *

***Le vieillissement et la stérilisation des liquides par l'électricité statique.***

Le Dr V. Dorn, de Wilmersdorf (près de Berlin) vient de prendre un brevet américain pour un procédé de vieillissement des vins ou des alcools et de stérilisation.

Les expériences qu'il a faites lui ont montré que l'électricité statique produisait sur les liquides contenant des acides tels que les acides acétique, lactique, etc. des effets analogues à ceux obtenus par un dépôt de longue durée. Pour que l'influence des décharges soit efficace, il est nécessaire de soumettre à l'action de l'oxygène le liquide en traitement. L'appareil consiste en une machine statique d'induction d'un type quelconque, mue par un moteur et reliée à deux bouteilles de Leyde. Le liquide est placé dans un fût, dont les bondes sont traversées avec les électrodes reliées à la machine. Les tiges formant les électrodes sont placées dans un tube en verre, et leurs extrémités sont constituées par des pointes en platine. Un courant d'oxygène amené par un tube maintient le liquide en mouvement continuel, et cet oxygène est rendu actif en partie par ozonisation et en partie par ionisation. Ce traitement qui semble donner toute satisfaction, peut aussi être employé pour la destruction des microbes et bactéries dans les liquides.

Les procédés par électrolyse n'ont donné au contraire jusqu'ici que des résultats insignifiants ou même nuisibles avec les acides mentionnés ci-dessus.

*(Electrical Review, Londres.)*

---

**LÉGISLATION**

La Chambre des Députés a, dans sa séance du 5 novembre, voté un crédit de 25 000 francs pour l'achat de radium à la disposition des Universités.

*
* *

M. Camichel, maître de conférences de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse, est nommé professeur d'électricité industrielle à ladite faculté (fondation de la ville de Toulouse).

*
* *

La commission d'enquête sur les moyens d'étendre les emplois industriels et domestiques de l'alcool doit entendre MM. Michel Lévy, membre de l'Institut; Violle, membre de l'Institut; Loreau, ingénieur; Haller, ingénieur.

La commission, que préside M. Ribot, a dressé le questionnaire suivant :

1. Emplois industriels et domestiques de l'alcool; automobilisme, éclairage, chauffage, usage de l'alcool comme dissolvant, etc.

2. Avantages et inconvénients de l'emploi de l'alcool pur ou carburé.

Différents modes de carburation de l'alcool.

3. Résultats obtenus en France et à l'étranger.

4. Progrès techniques à réaliser.

5. Prix de l'alcool pur ou carburé, suivant les divers usages industriels ou domestiques auxquels il est employé

6. Comparaison de l'alcool, au point de vue du prix de revient, avec le pétrole et les essences.

7. Coût minimum de production de l'alcool industriel.

8. Procédés et frais de dénaturation.

9. Formalités de régie. — Frais de transport des alcools dénaturés.

10. Moyens proposés pour abaisser le prix de l'alcool dénaturé et en assurer la fixité :

*a*) Association des producteurs ;

*b*) Primes ;

*c*) Dénaturation obligatoire d'une partie des alcools de rectification ;

*d*) Monopole de la vente en gros des essences et des alcools dénaturés.

Les personnes appelées à déposer devant la commission et celles qui voudront bien envoyer des réponses par écrit sont priées de choisir dans ce questionnaire les articles sur lesquels leurs études et leur expérience professionnelle leur permettent d'apporter à la commission le concours le plus utile.

* * *

Le *Journal Officiel* du 8 novembre publie un décret autorisant la Chambre de Commerce de Bordeaux à contracter un emprunt de 558 000 francs en vue de compléter l'outillage qu'elle administre au port de cette ville par l'acquisition et l'installation de douze grues (sept hydrauliques et cinq à vapeur) et par le renforcement de la machinerie produisant l'eau comprimée et la modification des conduites distribuant cette eau aux grues.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Cuivre.* — Les arrivages de métal de l'Amérique du Nord se sont élevés pendant le mois d'octobre à 21 315 tonnes, ceux d'Espagne et de Portugal à 1 286 T., ceux d'autres pays à 2 999 T., les affrètements du Chili à 2 550 T. et ceux d'Australie à 4 500 T. Durant ce même mois, les approvisionnements ont été de 32 650 T. et les livraisons de 32 060 T. Les approvisionnements visibles ont donc augmenté de 2 045 T. depuis le 15 octobre et de 590 T. depuis le 30 septembre. Pas d'expéditions de cuivre Standard de Liverpool et Swansea vers l'Amérique.

Voici la statistique comparative publiée par MM. Merton et Cie :

| STOCKS EN ANGLETERRE ET EN FRANCE | 1907 | | | 31 octobre. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 31 oct. | 15 oct. | 30 sept. | 1906 | 1905 |
| Liverpool et Swansea, Chili, barres et lingots . . . . . . . T. | 580 | 648 | 932 | 575 | 1 863 |
| Liverpool et Swansea, cuivre Standard anglais. . . . . . . . | 550 | 1 050 | 1 500 | 3 835 | 3 075 |
| Liverpool et Swansea, autre cuivre Standard. . . . . . . . . | 1 292 | 378 | 403 | 25 | » |
| Londres, Newcastle-on-Tyne et Birmingham. . . . . . . . . | 1 016 | 1 166 | 1 031 | 913 | 442 |
| T. | 3 438 | 3 242 | 3 866 | 5 348 | 5 380 |
| Liverpool et Swansea, matériel de fourneaux (fin). . . . . . | 811 | 1 281 | 1 562 | 918 | 137 |
| Havre, Bordeaux, Rouen et Dunkerque, cuivre fin. . . . . . | 1 804 | 1 560 | 1 710 | 1 638 | 1 480 |
| T. | 6 053 | 6 083 | 7 138 | 7 904 | 6 997 |
| Avis du Chili . . . . . . . | 2 025 | 1 000 | 1 000 | 1 575 | 3 875 |
| Avis d'Australie. . . . . . . | 4 650 | 3 600 | 4 000 | 3 500 | 4 900 |
| Totaux. . . . . T. | 12 728 | 10 683 | 12 138 | 12 979 | 15 772 |
| Prix du G.-M.-B. et du cuivre Standard par tonne. . . . £. | 67-0 | 59-10 | 63-15 | 97-15 | 71-5 |

Les approvisionnements et les délivraisons ont été :

| | 1907 | | 1906 | | 1905 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. | Approv. | Déliv. |
| En octobre. . . T. | 32 650 | 32 060 | 28 048 | 27 552 | 26 573 | 27 105 |
| Douze mois finissant le 31 octobre. . . | 334 105 | 334 356 | 330 030 | 332 823 | 316 465 | 314 183 |

* * *

On a calculé que les 25 principales mines de cuivre en Amérique ont rapporté depuis leur fondation 1 745 millions de francs pour un capital émis de 359 millions. La principale mine, la Calumet et Helka au Lac Supérieur, dont la fondation remonte à 1871, a distribué un total de 500 millions de francs représentant quatre fois le capital engagé ; elle a pu encore produire en 1905 95 millions de livres de

cuivre pur (la livre américaine vaut 453 grammes). Une autre mine importante, l'Anaconda, dont la production a été à peu près semblable en 1905, a déjà remboursé son capital de 150 millions. L'Amalgated a payé 220 millions depuis 1899 pour un capital porté à 765 millions de francs. La Boston et Montana avait payé 89 millions en 1905 et la Copper Queen 64 millions.

*
* *

*Platine*. — La consommation du platine a beaucoup augmenté durant ces dernières années. Les pays qui en consomment le plus annuellement sont : les États-Unis, 3 300 kilogrammes ; la Grande-Bretagne, 3 070 ; l'Allemagne, 2 180 ; la France, 2 000 et la Russie, 132, soit un total de 10 682 kilogrammes. Il a été reconnu que 35 % du platine employé est du vieux métal refondu et que les cinq pays mentionnés plus haut emploient chaque année environ 6 913 kilogrammes de platine neuf.

La quantité de métal nouveau que peuvent obtenir actuellement les maisons de vente est seulement de 4 950 kilogrammes par an, de sorte qu'il y a un déficit considérable dans la quantité disponible, ce qui, ces dernières années, a causé une hausse énorme sur les prix déjà élevés. Aussi, en peu de temps, le prix du platine a passé de 4 750 francs à 7000 francs le kilogramme ; les prix des différents sels de platine se sont ressentis naturellement d'une telle augmentation. Durant le quatrième trimestre de l'année dernière, les maisons de sels de platine étaient peu disposées à coter les prix car ils variaient de jour en jour. Les prix n'ont guère varié jusqu'à la fin de l'année 1906, mais il est évident que le platine même a atteint actuellement son prix maximum, et que la baisse va commencer prochainement.

On n'ignore pas qu'on avait déjà trouvé du platine dans plusieurs puits du Brésil, mais en faibles quantités. D'après la *Tribuna*, de Rio-de-Janeiro, on aurait découvert du platine dans les sables d'un ruisseau du municipe de Mariana (État de Minas-Geraes). Mais on ne sait encore s'il se trouve dans cette région en quantité suffisante pour être exploité avantageusement.

*
* *

*Aluminium*. — Le prix de l'aluminium a subi une baisse notable, concordant avec l'augmentation de la production dans diverses contrées. Ce mouvement est surtout prononcé pour l'Europe continentale, où des informations contradictoires sont en circulation. D'un côté, l'on déclare que le prix a été réduit au 1er octobre de 3 fr. 50 à 2 fr 30 le kilogramme, soit une réduction de plus de 33 %, tandis que, d'un autre côté, il est annoncé que des contrats importants ont été conclus au prix de 2 fr. 80 environ.

Il semble, cependant, réel que les principaux producteurs ont décidé d'abaisser le prix à 2 fr. 30 à partir de 1908. Il est certain que cette réduction prochaine est due non seulement à l'augmentation de la production, mais aussi à la baisse du prix du cuivre, l'aluminium tendant à être employé de plus en plus comme conducteur pour les lignes électriques. Les usines, pour cette fabrication de l'aluminium, ont été ou vont être considérablement agrandies en général, de telle sorte que d'ici peu la quantité d'aluminium produit va augmenter considérablement.

En France, la Société Electro-métallurgique de Froges et celle de Péchiney poursuivent leurs travaux. La première aménage une chute de 40 000 HP sur la Durance, à Largentière. La seconde vient de mettre en marche la moitié de l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne, soit 12 000 HP. Cette dernière usine

doit devenir énorme et est estimée devoir fournir seule près de 4 000 tonnes d'aluminium par an. Les fabriques d'alumine de Gardanne et de Salindres, l'usine de Prémont à la Société d'Electrochimie ont été également accrues. La Société des Forces motrices de l'Arve a commencé la fabrication de l'aluminium à Chedde. Une usine, construite à Auzat, près Vicdessos (Hautes-Pyrénées), doit employer bientôt 4 000 HP à la fabrication de l'aluminium avec les bauxites de Bédarieux. On aménage encore la chute de la Neste à Arreau (Hautes-Pyrénées). Dans l'Europe centrale, la fabrication de l'aluminium est concentrée par l'Aluminium Industrie Gesellschaft, qui possède les usines de Neuhausen (Suisse), Rheinfelden (Allemagne) et Lend (Autriche). Cette société construit une nouvelle grande usine à Chippis, dans le Valais, pour utiliser deux chutes de 18 000 HP et 20 000 HP. En Angleterre, la British Aluminium Co construit une nouvelle fabrique à Loch Leven, en Écosse, et a acquis une force hydraulique à Stangfjord, en Norvège, pour introduire en ce pays la fabrication de l'aluminium. A côté de cette ancienne société, il vient de s'en fonder deux autres en Angleterre : l'Anglo-Norvegian Aluminium Co et l'Aluminium Corporation, cette dernière pour travailler dans le pays de Galles. Aux États-Unis, l'Aluminium Company of America s'est assuré de vastes gisements de bauxite en Géorgie, Alabama, Arkansas ; elle a construit un chemin de fer nommé le Bauxite and Northen pour relier ses mines avec Chicago, etc., et développe beaucoup ses installations à Niagara Falls, Masséna et Shawinegam. On estime que sa production de 1906 a dépassé 6 500 tonnes pour les États-Unis et 2 700 tonnes pour le Canada. Les usines italiennes de Popoli et de Bussi seront bientôt complètement achevées.

Lorsque tous ces travaux seront terminés, la production par an, qui a atteint 16 000 tonnes environ en 1906, sera doublée l'année prochaine. Sur les 22 000 tonnes de 1907, la France en donne 6 à 7 000, l'Europe centrale 4 000 à 4 500, l'Angleterre 2 000 à 2 500, les États-Unis 6 000 à 7 000, le Canada 2 500 à 3 000. En France, l'extension de la production est actuellement considérable. Il est d'ailleurs déjà question d'abaisser le prix du kilo à 1 fr. 50.

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Le Creusot.* — La question de la concession des minières de l'Ouenza, en Algérie, qui a été discutée récemment en conseil des ministres, intéresse cette compagnie. Le Creusot, qui sollicite cette concession, offre de construire à ses frais un chemin de fer de 250 kilomètres et de procéder à divers travaux d'installation dans le port de Bône.

Voici d'autre part quel serait le détail de la commande donnée à cette compagnie par la Grèce : 36 batteries de campagne système Schneider-Canet à 4 pièces et 12 caissons par batterie, plus 6 batteries de montagne à 4 pièces. Pour chacune des pièces 2 000 projectiles seront livrés.

*Aciéries de la Marine et d'Homécourt.* — Parmi les renseignements contenus dans le rapport de cette année, nous notons ceux-ci : l'usine du Boucau a mis à feu son quatrième haut fourneau ; à Homécourt, le programme comporte encore l'achèvement du sixième haut fourneau et du train à tôles, le renforcement de la centrale électrique, la construction d'une aciérie Martin ; la mise en valeur de la concession d'Anderny-Chevillon se fera par une société exploitante, au capital de 10 millions, en 40 000 actions de 250 francs ; 7 millions seront souscrits en

espèces, dont 2 millions par la Marine et 5 millions par ses actionnaires ; 3 autres millions, plus les parts de fondateur donnant droit à 50 % du superbénéfice sont attribuées à la Marine pour ses apports ; la Marine aura le droit de recevoir annuellement 600 000 tonnes de minerai au prix de revient, lequel comprendra les frais généraux, l'amortissement et l'intérêt du capital à 6 %.

*Houillères de Rive-de-Gier.* — Cette société projette une réorganisation dont voici les grandes lignes :

Il serait constitué une nouvelle société au capital de 3 133 000 francs, représentés à concurrence de 1 333 000 francs par des actions ordinaires remises aux actionnaires actuels à raison d'une nouvelle pour deux anciennes et de 1 800 000 francs en actions de préférence de 100 francs 5 %. Ces dernières serviraient pour 500 000 francs à rembourser une somme égale d'obligations émises par la société actuelle et pour 1 300 000 francs à fournir le capital nécessaire aux travaux pour la mise en valeur intégrale du gisement.

*Bréguet et Cie, Paris.* — Les comptes de l'exercice 1906-1907 se soldent par un bénéfice net de 456 667 fr. 57 contre 119 650 fr. 32 en 1905-1906.

Les bénéfices de fabrication ont atteint 1 million 061 784 fr. 64 contre 664 726 fr. 72 l'année précédente ; les charges diverses (frais généraux, intérêts sur obligations, entretiens divers et amortissements) se sont élevées à 605 117 fr. 07 contre 545 076 fr. 40 précédemment.

Malgré cet accroissement des bénéfices nets, il est peu probable que le conseil d'administration propose la répartition d'un dividende, la totalité des bénéfices serait consacrée aux amortissements.

*Société toulousaine d'électricité.* — En vertu de l'article 50 des statuts, le conseil d'administration de ladite Société a décidé la répartition d'un acompte de 5 francs par action de 250 francs sur le dividende de l'exercice 1907. Cet acompte sera payé, sous déduction des impôts, à partir du 1er novembre 1907, contre remise du coupon n° 30.

*Société d'éclairage électrique, Paris.* — Dividende proposé pour 1906-1907 : 15 francs par action.

*Aciéries du Nord et de l'Est.* — L'assemblée du 30 octobre a fixé le dividende à 85 francs par action ; un acompte de 25 francs a été payé le 1er juin et le solde de 60 francs sera mis en paiement le 1er décembre.

*Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et d'Anzin.* — Le conseil d'administration, usant de la faculté à lui conférée par l'article 39 des statuts, a décidé qu'un acompte de dividende de 12 fr. 50 par

action sur l'exercice 1907, sera distribué à partir du 1er décembre 1907. Conformément à la décision de l'assemblée générale du 29 mai dernier, le solde du dividende de l'exercice 1906, de 17 fr. 50 par action, est également payable à cette date. En conséquence, le montant de ces distributions, soit 30 francs brut par titre, sera payable à partir du 1er décembre 1907 contre la remise du coupon n° 46, sous déduction des impôts, à raison de 26 fr. 75 net pour les actions au porteur, 28 fr. 80 net pour les actions nominatives.

*Compagnie générale du gaz pour la France et l'étranger.* — Cette société va procéder à l'émission de 24 000 obligations nouvelles remboursables en 50 années à partir de 1908.

*Dyle et Bacalan.* — Nous avons noté (n° du 12 octobre, page *31*) une commande de 239 wagons pour le chemin de fer Bône-Guelma. Le chiffre de la commande a été augmenté et le carnet est amplement fourni pour les ateliers de Bordeaux et de Louvain, y compris le compartiment spécial des corps creux.

*Société franco-belge de matériel de chemins de fer.* — Après application à des amortissements sur portefeuille du produit de celui-ci, l'exercice écoulé a laissé un bénéfice de 1 338 572 francs, que les produits divers et les 3 047 francs reportés ont élevé à 1 360 206 francs, que les frais d'exposition de Milan et le service financier ont ramené à 1 329 478 francs. Les amortissements ordinaires ont reçu 200 000 francs, les amortissements extraordinaires 200 000 francs, la réserve disponible 65 000 francs ; 712 640 francs sont distribués en dividende à raison de 40 francs pour l'action de capital et de 18 fr. 75 pour la part de fondateur ; 145 281 francs vont aux tantièmes et 6 557 francs au report à nouveau.

*Compagnie française des Métaux.* — Les résultats pour l'exercice 1906-1907 se soldent par un bénéfice net de 1 537 000 francs contre 1 847 862 francs en 1905-1906.

Cette diminution est due simplement aux prélèvements plus importants effectués sur les produits bruts, comme on peut s'en convaincre par le compte de profits et pertes ci-après, comparé à celui du précédent exercice.

| RECETTES | | 1905-1906 | 1906-1907 |
|---|---|---|---|
| Produits bruts régularisés par le fonctionnement des provisions des métaux | | 4 197 430 | 7 141 000 |
| Placements de fonds, locations, redevances, coupons prescrits | | 230 207 | 280 000 |
| TOTAUX | fr. | 4 427 637 | 7 421 000 |

| DÉPENSES | | 1905-1906 | 1906-1907 |
|---|---|---|---|
| Frais généraux, service des titres et charges diverses | | 1 297 725 | 1 288 000 |
| Provisions | | 482 250 | 1 248 000 |
| Amortissements | | 800 000 | 3 348 000 |
| Bénéfices nets | | 1 847 862 | 1 537 000 |
| TOTAUX | fr. | 4 427 637 | 7 421 000 |

Les produits bruts sont, comme on le voit, en forte augmentation ; le conseil d'administration a profité de cette année brillante, pour consacrer aux amortissements divers et aux provisions, une somme de 4 596 000 fr., alors que l'an dernier il n'avait affecté à ces postes que 1 282 250 fr.

La répartition suivante du solde disponible qui s'élève, y compris le report antérieur, à 2 245 000 fr. sera proposée à la réunion.

| | | |
|---|---|---|
| Réserve légale | fr. | 77 000 |
| Intérêt de 5 °/o au capital | | 1 250 000 |
| Tantièmes | | 44 000 |
| Dividende supplémentaire | | 250 000 |
| Report à nouveau | | 624 000 |
| TOTAL ÉGAL | fr. | 2 245 000 |

Le dividende sera ainsi de 30 fr. contre 237 fr. 50 en 1905-1906, comme nous l'avons annoncé dans notre numéro du 26 octobre.

*Rochet et Schneider, Limited, Londres.* — L'assemblée décide de mettre la société en liquidation amiable et nomme M. Louis Rousset, demeurant à Lyon, 51, rue de la Bourse, pour procéder à ladite liquidation, avec tous les pouvoirs attachés à la qualité de liquidateur par les lois anglaises sur les sociétés, mais sous la restriction qu'il ne pourra pas vendre ou transférer les immeubles, l'outillage et le matériel, les brevets, la clientèle, l'achalandage et les marques de fabrique de la société, soit en bloc, soit en détail, sans l'autorisation du conseil d'administration de la société.

Si la résolution susénoncée est votée par la majorité requise, elle sera soumise, à titre de résolution spéciale, à la confirmation d'une seconde assemblée générale extraordinaire qui sera convoquée ultérieurement.

*Hauts Fourneaux de Villerupt-Laval-Dieu.* — Voici comment se résument les deux derniers bilans au 30 juin, celui de 1907 en projet :

ACTIF

| | | 1907 | 1906 |
|---|---|---|---|
| Immobilisé | fr. | 6 321 065 | 6 332 341 |
| Réalisable : magasins | | 1 206 215 | 1 128 526 |
| — débiteurs | | 931 550 | 719 056 |
| Disponible : banquiers, caisse et portefeuille | | 582 693 | 935 285 |
| TOTAUX | fr. | 9 041 523 | 9 115 208 |

PASSIF

| | | | |
|---|---|---|---|
| Envers la société : capital. . . . | fr. | 4 000 000 | 4 000 000 |
| — réserves. . . . . | | 1 691 011 | 1 461 792 |
| Envers les tiers : obligations. . . . . | | 2 282 000 | 2 735 000 |
| — créditeurs. . . . . | | 572 060 | 544 697 |
| Bénéfices. . . . . . . . . . . . . | | 496 452 | 373 719 |
| Totaux. . . . . | fr. | 9 041 523 | 9 115 208 |

*Vereinigte Elektrizitäts A.-G., Vienne.* — Les produits totaux de l'exercice 1906-1907 se sont élevés à 1 253 703 couronnes ; les charges ayant absorbé 723 929 couronnes, le bénéfice net atteint 529 774 couronnes, contre 98 215 couronnes en 1905-1906. Ce résultat permet la répartition d'un dividende de 5 %, alors qu'il n'avait rien été distribué l'année dernière.

*Westfälische Kupfer und Messingwerk. A. G. Düdenscheid (All.).* — Le bénéfice brut s'élève pour le dernier exercice à 562 316 Mks ; le bénéfice net à 386 726 Mks. L'assemblée générale doit ratifier la répartition suivante : fonds de réserve 18 316 Mks, réserve extraordinaire 40 000 Mks ; tantièmes et gratifications 45 603 Mks ; fonds de prévoyance du personnel 10 000 Mks ; dividende 8 %.

*Marconi Wireless Telegraph, Londres.* — D'après l'opinion générale au « Stock Exchange » de Londres, la télégraphie sans fil serait en sérieuse concurrence avec les câbles transatlantiques et aurait causé une dépréciation de la valeur des actions des compagnies. Cette concurrence obligerait les compagnies des câbles sous-marins à réduire leurs tarifs ; mais les représentants de plusieurs compagnies, interrogés à ce sujet, ne manifestent aucune crainte de la rivalité du système Marconi. On dit cependant que le dix-septième « câble » prendra des messages à des prix inférieurs de moitié à ceux des autres compagnies sous-marines et qu'ainsi il sera occupé toute l'année. La Compagnie Marconi de Londres a déclaré qu'avec son nouveau système, comportant deux stations seulement, elle est capable de traiter plus d'affaires que huit lignes ordinaires et que les prix actuels de ses messages seront susceptibles d'être réduits. Malgré cela, les compagnies de câbles sous-marins ne trouvent pas nécessaire une réduction de leurs tarifs, aussi leur attitude est-elle jugée plutôt sévèrement.

*New-York City Railway Company, New-York.* — D'après le correspondant du *Times* à New-York, le tribunal fédéral vient de nommer deux syndics de faillite pour la liquidation de la New-York City Railway Company, sur la demande de la Pennsylvania Steel Company, et de la Degnon Contracting Company, créancières pour des sommes respectives de 184 155 et 55 865 francs. Toutes les recettes sont mises à la disposition des liquidateurs. La New-York City Railway Company, fondé en 1901, possédait en 1906 près de 900 kilomètres de lignes, dont 840 exploitées électriquement et 150 exploitées au moyen de la traction à chevaux. A la même époque, son matériel roulant comportait : 1 920 voitures motrices et 215 remorques fermées ; 928 voitures motrices et 151 remorques ouvertes, 155 voitures motrices mixtes, 30 voitures motrices pour service rapide, 5 voitures motrices pour marchandises, 34 voitures motrices et 10 remorques pour le service de l'exploitation, 12 chasse-neige avec moteurs et 7 sans moteurs ; enfin 75 balayeuses automotrices et 11 sans moteurs. Au total : 3 159 voitures avec moteurs et 394 remorques.

*Parsons Marine Steam Turbine Cy.* — Le bilan annuel accuse un bénéfice de 1 400 525 francs. Le dividende proposé est de 10 % et le report de 275 000 francs. Pendant les douze mois de l'exercice finissant au 30 juin, des turbines d'une puissance globale de 79 600 H. P. ont été construites par la compagnie, et les maisons de constructions, propriétaires de licences, en ont construit pour une puissance de 309 000 H. P. La puissance totale des turbines actuellement construites se monte à 1 485 000 H. P. et les commandes à 27 800 H. P.

*Elektrische Licht und Kraft A. Co, Berlin* — Le dividende pour le dernier exercice a été fixé à 7 %. La Société possède le 1/3 des actions de la Société d'Électricité de Saint-Pétersbourg fondée par la Société Hélios de Cologne.

## ADJUDICATIONS

AUTRICHE-HONGRIE.

Prochainement, à l'administration communale, à *Schlanders* (Tyrol), fourniture d'une turbine et d'une dynamo.

BELGIQUE.

Prochainement, à la *Bourse de Bruxelles*, fourniture d'étain, d'antimoine et de plomb, nécessaires au service de la traction et du matériel des chemins de fer de l'État belge :

1° Fournitures à effectuer à Malines : 1er lot, 33 000 kilogrammes étain ; 2e lot, 5 000 kilogrammes antimoine ; 3e lot, 5 000 kilogrammes plomb en saumons ;

2° Fournitures à exécuter à Bruxelles-Q.-L. : 4e, 5e et 6e lots, composés chacun de 30 000 kilogrammes étain ; 7e lot, 5 000 kilogrammes antimoine ; 8e lot, 5 000 kilogrammes plomb en saumons.

Le 27 novembre, à la *Bourse de Bruxelles*, fournitures de voitures, wagons fermés et boxes :

Série I, deux lots composés chacun de 4 ou 5 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série II, un lot de 4 ou 5 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à cloisons et banquettes amovibles, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série III, un lot de 5 ou 6 voitures de 3e classe, idem, idem ; — série IV, un lot de 5 ou 6 voitures mixtes de 1re et 2e classes, à bogie, à couloir latéral, munies de l'appareillage au chauffage à la vapeur et de la conduite générale de l'éclairage au gaz ; — série V, un lot de 4 ou 5 voitures de 3e classe à bogies, à couloir latéral, munies de l'appareillage au chauffage à la vapeur et de l'appareillage complet de l'éclairage au gaz avec réservoirs indépendants ; — série VI, un lot de 3 ou 4 voitures de 3e classe, idem, idem ; — série VII, un lot de 9 ou 10 wagons fermés à trois compartiments marqués A, B, C, et à 3 essieux pour trains de voyageurs, munis du frein Westinghouse, de la conduite de chauffage à la vapeur et du tuyau de continuité pour le gaz ; — série VIII, un lot de 6 ou 7 boxes à bas plancher, munis des conduites pour le chauffage à la vapeur et l'éclairage au gaz ;

Sauf pour les lots des séries V à VIII, les soumissionnaires peuvent également faire des offres comprenant le quadruple du nombre de véhicules inscrits à chacun des lots ci-dessus, suivant spécification ci-après : série I4, deux lots composés chacun de 16 à 20 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série II4, un lot de 16 à 20 voitures de 3e classe, à 3 essieux, à cloisons et banquettes amovibles, à couloir latéral et intercirculation, chauffage à la vapeur, éclairage au gaz, W.-C., frein à vis et réservoir de queue de convoi ; — série III4, un lot de 20 à 24 voitures de 3e classe, idem, idem ; — série IV4, un lot de 20 à 24 voitures mixtes de 1re et 2e classes, à bogies, à couloir latéral, munies de l'appareillage de chauffage à la vapeur et de la conduite générale de l'éclairage au gaz.

ALLEMAGNE.

Le 4 décembre, aux chemins de fer de l'État prussien, à *Berlin*, fourniture de 400 800 kilogrammes acier doux pour ressorts, 20 000 kilogrammes acier fondu au creuset et 21 700 kilogrammes acier pour plaques de garde.

Le 1er janvier, à la direction du service du gaz, des eaux et de l'électricité de la ville, à *Dusseldorf*, fourniture de deux machines à pomper avec accessoires.

Prochainement, à l'administration communale, à *Prenslau* (Brandebourg), établissement d'une usine à gaz et d'une usine d'électricité : 800 000 marks.

ÉTATS-UNIS.

Le 15 janvier, à la municipalité, à *Manille* (îles Philippines), fourniture et montage de pompes avec moteurs électriques pour les nouveaux égouts de la ville.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Jusqu'au 1er mai 1908, M. l'intendant municipal de la ville de *Buenos-Aires* recevra les soumissions pour : 1° la construction de deux des principales lignes constituant le réseau de chemin de fer métropolitain souterrain à traction électrique ; 2° l'affermage de l'exploitation desdites lignes une fois leur construction terminée. Plans et cahiers des charges à la légation argentine.

---

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 16 Novembre 1907.*

### FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 245 |
| Cie française matériel. | 667 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 655 |
| Cie générale française tramways. | 549 |
| — parisienne tramways. | 149 |
| Creusot (Schneider). | 1 900 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 528 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Édison (Cie continentale). | 925 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 350 |
| Électro-métallurgique Dives. | 373 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 415 |
| Fives-Lille. | 348 |
| Forces motrices Rhône. | 596 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 090 |
| Franco-belge matériel. | 720 |
| Métropolitain. | 503 |
| Nord de la France. | 790 |
| Parisienne électrique. | 230 |
| Secteur place Clichy. | 1 005 |
| — rive gauche, Paris. | 281 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 825 |
| Téléphones (Société industrielle). | 316 |
| Thomson-Houston. | 570 |

### BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 210,50 |
| — Thiriau. | 462,50 |
| — Willebroeck. | 222,50 |
| Beer. | 495 |
| Cockerill. | 1 690 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 800 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 705 |
| Union électrique A. E. G. | 300 |

### ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 244,35 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 320 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 175,50 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 193,75 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 182,25 |
| Lahmeyer. | 142,50 |
| Schuckert. | 124,70 |
| Siemens et Halske. | 207,50 |
| Voigt et Haeffner. | 194,10 |

### SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 520 |
| Brown Boveri. | 1 875 |
| Franco-suisse électrique. | 450 |
| Motor. | 590 |
| Oerlikon. | 330 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 9 NOVEMBRE | SAMEDI 16 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 41 à 45 | 38 à 40 |
| *Cuivre.* | 59,5 | 58 à 57,15 |
| *Etain.* | 137,10 à 139,5 | 136,10 à 138 |
| *Plomb.* | 17,15 | 18,12/6 à 18,2/6 |
| *Zinc.* | 21,10 | 21,5 à 22 |

# L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE DES TRANSFORMATIONS

## Électriques — Mécaniques — Thermiques

DE

# L'ÉNERGIE


## SOMMAIRE

# NOTES ET NOUVELLES

## *Le X[e] Salon de l'Automobile.*

Le X[e] salon de l'automobile vient de s'ouvrir le 12 novembre 1907.

Cette année, pour diverses raisons, et notamment pour réduire la durée de la morte-saison, l'ouverture a vu sa date avancée d'un mois. Comme les années précédentes, nous passerons successivement en revue les principaux perfectionnements ou modifications réalisés ; nous dirons cependant dès à présent que le nombre des voitures mixtes ou à transmission électrique est relativement élevé cette année. Il est à souhaiter que ce mouvement s'accentue de plus en plus, car ces solutions semblent devoir présenter un grand intérêt, surtout pour les camions et les autobus.

En dépit de la crise indéniable de l'industrie automobile, le nombre des nouveaux constructeurs est assez important.

L'on peut même expliquer ainsi en partie cette crise ; en effet, bien que les tableaux suivants montrent, d'après les rôles de l'impôt, un accroissement annuel très notable du nombre des automobiles, et par suite un accroissement correspondant des commandes, la production a été augmentée d'une manière excessive, principalement en ce qui concerne la voiture de luxe.

En 1899, il n'y avait en France que 1 672 voitures, mais ce nombre ne tarda pas à s'accroître.

| | |
|---|---|
| En 1900 | 2 997 |
| En 1901 | 5 386 |
| En 1902 | 9 207 |
| En 1903 | 12 984 |
| En 1904 | 17 107 |
| En 1905 | 21 524 |
| En 1906 | 28 312 |
| En 1907 (au début) | 35 923 |

Il ressort de ce tableau qu'en huit ans à peine, le nombre d'automobiles circulant sur les routes françaises s'est accru dans la proportion de 1 à 22. Encore n'est-ce là qu'un minimum, puisque sur les rôles de l'impôt ne figurent ni les voitures en construction, ni celles qui sont en vente chez les intermédiaires, ni celles des loueurs payant patente. On peut donc regarder le nombre actuel des automobiles comme supérieur à 40 000.

Voici quels sont les accroissements d'une année à l'autre :

| | |
|---|---|
| Pour 1899-1900 | 1 325 |
| Pour 1900-1901 | 2 389 |
| Pour 1901-1902 | 3 821 |
| Pour 1902-1903 | 3 777 |
| Pour 1903-1904 | 4 123 |
| Pour 1904-1905 | 4 417 |
| Pour 1905-1906 | 6 788 |
| Pour 1906-1907 | 7 611 |

Il est certain que ces chiffres prouvent la vitalité de l'industrie automobile, et l'on peut espérer que lorsque cette industrie aura pris son orientation définitive, elle constituera pour notre pays une ressource économique des plus sérieuses.

Comme nous l'avons rappelé plus haut, les constructeurs se sont au début surtout attachés à la

réalisation de la voiture de grand luxe, source de bénéfices plus immédiats, grâce à une clientèle riche et désireuse de pratiquer sans délai le nouveau sport. Mais d'un côté, certains ont dû constater rapidement que les dépenses entraînées étaient hors de proportion avec leurs ressources, et d'autre part, les modèles de châssis ne se modifient plus d'une année à l'autre d'une manière assez sensible pour justifier l'achat d'une nouvelle voiture chaque année. (Jadis, telle marque présentait au salon un moteur vertical avec transmission par engrenage, qui exposait l'année précédente un moteur horizontal avec transmission par courroies). Enfin, il faut ajouter un engouement excessif pour les carrosseries fermées luxueuses et confortables, mais d'un poids exagéré, et entraînant une usure énorme des bandages pneumatiques.

Ces diverses causes devaient conduire nécessairement à un revirement d'opinion également exagéré, et les quelques voitures construites pour des services industriels devinrent du même coup l'objet de la défiance des commerçants et industriels, par assimilation avec les voitures de luxe très onéreuses d'entretien.

Aujourd'hui, il est du plus haut intérêt de dissiper cette défiance, afin de créer de nouveaux débouchés larges et durables.

D'un autre côté, l'on a fini par reconnaître que la voiture de luxe légère, bien construite et relativement peu puissante (10-20 H. P.), rend les mêmes services que la grosse voiture, tout en coûtant beaucoup moins d'achat et d'entretien. A ce double point de vue le salon actuel est très instructif, et presque toutes les marques importantes ont créé un type léger de châssis. Les voiturettes sont d'ailleurs plus nombreuses que jamais, et c'est là une tendance que l'on ne saurait trop encourager, bien que la voiturette à deux places ne donne pas la solution de la voiture de famille. L'on remarquera sans doute que les moteurs à six cylindres, qui conviennent seulement jusqu'à présent aux voitures de grand luxe, comptent bon nombre d'exemplaires au présent salon ; il ne faut pourtant pas en conclure que ces voitures continueront cette année encore à constituer la majeure partie de la production. Selon nous, l'exposition de ces châssis, construits à peu d'exemplaires, a surtout un but décoratif. Enfin, les automobiles pour le transport en commun et pour les services industriels ont été étudiées cette année avec un soin tout particulier, et permettent d'espérer un développement rapide.

(*A suivre.*) J. B.

---

## TRACTION

### *Les tramways français en 1906.*

Le *Journal officiel* a publié une statistique intéressante donnant les résultats comparatifs provisoires de l'exploitation des tramways en 1906 et 1905. Ceux-ci sont répartis en quatre groupes : 1° entreprises de tramways pour voyageurs et marchandises jouissant d'une garantie de l'État ; 2° tramways ayant la même destination, mais sans garantie de l'État ; 3° tramways pour voyageurs, bagages et messageries ; 4° tramways pour voyageurs seulement, ce dernier groupe subdivisé en deux catégories : ceux du département de la Seine et ceux des autres départements.

Voici, en ce qui concerne le premier groupe, les résultats comparés des deux exercices 1905 et 1906 :

*Tramways ayant une garantie de l'État dans les conditions de l'article 36 de la loi du 11 juin 1880.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 4 043 | 4 350 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 3 936 | 4 222 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 198 885 956 | 212 720 183 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 11 975 889 | 12 829 351 |
| Dépenses d'exploitation. | 10 800 636 | 11 616 058 |
| Produit net. | 1 175 263 | 1 213 293 |
| Recettes par kilomètre. | 3 043 | 3 050 |
| Dépenses par kilomètre. | 2 744 | 2 761 |
| Produit net par kilomètre. | 299 | 289 |

Exception faite de la Compagnie des voies ferrées du Dauphiné, qui utilise la vapeur et l'électricité sur son réseau, et de la Société des tramways de la Vienne, qui emploie encore partiellement la traction animale, le groupe des tramways ci-dessus est à traction à vapeur.

Voici la même comparaison pour le deuxième groupe :

*Tramways pour voyageurs et marchandises n'ayant pas la garantie de l'État.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 556 | 556 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 557 | 557 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 51 272 764 | 51 265 935 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 5 290 244 | 5 508 001 |
| Dépenses d'exploitation. | 3 756 270 | 3 866 094 |
| Produit net. | 1 533 874 | 1 641 907 |
| Recettes par kilomètre. | 9 498 | 9 889 |
| Dépenses par kilomètre. | 6 744 | 6 941 |
| Produit net par kilomètre. | 2 754 | 2 948 |

Les modes de traction de ce groupe sont variables : le funiculaire de Rives à Thonon (229 mètres) est à crémaillère, le chemin de fer sur route de Paris à Arpajon emploie l'électricité et l'air comprimé, les tramways de Laboutarié à Réalmont sont à traction animale et les autres utilisent soit la vapeur, soit l'électricité.

La comparaison des réseaux du troisième groupe se présente comme suit :

*Tramways pour voyageurs, bagages et messageries.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur construite au 31 décembre. . . . km. | 355 | 359 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 377 | 390 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 51 654 985 | 51 690 030 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 6 565 851 | 6 720 036 |
| Dépenses d'exploitation. | 4 820 398 | 5 050 225 |
| Produit net. | 1 745 453 | 1 669 811 |
| Recettes par kilomètre. | 15 207 | 17 231 |
| Dépenses par kilomètre. | 13 170 | 12 949 |
| Produit net par kilomètre | 2 037 | 4 282 |

Une seule société de ce groupe utilise encore la traction animale, c'est celle du tramway d'Épernay-Ay-Mareuil ; les autres emploient la vapeur, l'air comprimé ou l'électricité par fil aérien.

Nous arrivons enfin au quatrième groupe. Voici d'abord les résultats de la première catégorie de ce groupe, qui ne transporte que les voyageurs seulement :

*Tramways pour voyageurs du département de la Seine.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 496 | 496 |
| Moyenne exploitation, y compris les parcours communs. | 681 | 683 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 226 891 461 | 223 530 796 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 49 807 388 | 41 518 892 |
| Dépenses d'exploitation. | 40 089 277 | 41 216 484 |
| Produit net. | 9 718 111 | 10 302 408 |
| Recettes par kilomètre. | 73 124 | 75 430 |
| Dépenses par kilomètre. | 58 868 | 60 346 |
| Produit net par kilomètre | 14 256 | 15 084 |

Des sociétés comprises dans la catégorie ci-dessus ont utilisé la traction animale, la Compagnie générale des omnibus et la Compagnie générale parisienne de tramways. Les autres ont adopté les divers modes de traction : l'air comprimé, la vapeur, les locomotives sans foyer, ou l'électricité par accu-

mulateurs, par contact superficiel, par fils ou conducteurs aériens ou souterrains.

La seconde catégorie du quatrième groupe, comprenant les tramways pour voyageurs des autres départements, a donné les résultats suivants :

*Tramways pour voyageurs des départements.*

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 1 358 | 1 406 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 1 512 | 1 554 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 350 141 563 | 371 923 367 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 50 560 153 | 54 361 107 |
| Dépenses d'exploitation. | 33 557 981 | 36 162 487 |
| Produit net. | 17 002 172 | 18 198 620 |
| Recettes par kilomètre. | 33 439 | 34 931 |
| Dépenses par kilomètre. | 22 194 | 23 271 |
| Produit net par kilomètre. | 11 245 | 14 714 |

Tous les modes de traction sont employés ici : traction animale, vapeur, air comprimé, électricité par fils aériens, etc.

Ce dernier tableau récapitule enfin les précédents :

| | 1905 | 1906 |
|---|---|---|
| Longueur réellement construite au 31 décembre. km. | 6 808 | 7 167 |
| Moyenne exploitée, y compris les parcours communs. | 7 063 | 7 406 |
| Dépenses d'établissement au 31 décembre. . . fr. | 887 856 729 | 911 130 311 |
| Recettes d'exploitation du 1er janvier au 31 décembre. | 124 199 535 | 130 937 387 |
| Dépenses d'exploitation. | 93 024 562 | 97 911 348 |
| Produit net. | 31 174 973 | 33 026 039 |
| Recettes par kilomètre. | 17 649 | 17 742 |
| Dépenses par kilomètre. | 13 219 | 13 267 |
| Produit net par kilomètre. | 4 430 | 4 475 |

*
* *

### *Locomotive à grande vitesse alimentée par du courant monophasé à 15 périodes.*

A la récente exposition des chemins de fer, à Atlantic City N. Y., l'une des locomotives électriques les plus remarquables était celle construite par la Westinghouse Electric Company, pour des essais avec du courant monophasé à 15 périodes. Cette locomotive comporte en réalité deux unités complètement indépendantes et elle peut remorquer un train de voyageurs de 400 tonnes. Les moteurs sont du type Westinghouse bien connu, sans engrenages, et possèdent, ainsi que les transformateurs, une ventilation forcée.

Chaque unité comporte deux axes moteurs et un boggie à quatre roues, disposition analogue à celle bien connue des locomotives à vapeur.

Les principales caractéristiques de la locomotive complète sont :

| | |
|---|---|
| Poids total. | 140 tonnes. |
| — sur chacun des essieux moteurs. | 25 — |
| — sur les boggies. | 20 — |
| Diamètre des roues motrices. | 1m,82 |
| — porteuses. | 0 92 |
| Puissance normale de chaque moteur. | 375 H. P. |
| Puissance pour une heure de fonctionnement. | 500 — |
| Puissance maxima. | 800 — |
| Effort total maxima de traction. | 18 tonnes. |
| — normal. | 4 — |
| Vitesse normale. | 80 K. H. |
| — maxima. | 100 — |
| Tension du trolley. | 11 000 volts. |
| — aux bornes des moteurs. | 275 — |
| Longueur totale de chaque unité. | 9m,44 |
| Hauteur. | 4 m. |
| Largeur. | 3 m. |

La manœuvre est opérée au moyen du système électropneumatique Westinghouse.

*
* *

### Pays-Bas.

Le gouvernement des Pays-Bas vient de soumettre à l'approbation de la seconde Chambre des États généraux un projet de loi accordant une avance sans intérêt pour la construction d'un chemin de fer

de Houtenisse vers la frontière belge, dans la direction de Selzaete. Cette ligne, projetée comme continuation de la ligne Hulst-Walsoorden, traversera, sur le territoire néerlandais, les communes de Hengstdyk, Stoppeldyk, Boschkappelle, Zaamslag, Axel et Zuiddorpe pour continuer ensuite sur le territoire belge vers Selzaete. La longueur totale de la voie ferrée sera de $30^{km},2$, dont $26^{km},2$ sur le territoire néerlandais. Les frais de construction sont évalués à 695 000 florins.

Un autre projet de loi accordant une avance sans intérêt pour la construction d'un chemin de fer de Lichtenvoorde à la frontière prussienne, a été également soumis à la seconde Chambre. Ce chemin de fer prendra la direction de Bocholt par Bredevoort et Aalten.

La longueur de la voie ferrée sera, sur le territoire néerlandais, de 13 kilomètres, tandis que la longueur totale jusqu'à Bocholt sera de $19^{km},5$. L'exploitation se fera par la Compagnie des tramways à vapeur gueldre-westphalienne.

Le coût total de la ligne est évalué à 360 000 florins, dont 240 000 florins pour la partie située sur le territoire néerlandais.

Le *Telegraaf* annonce que les États provinciaux se proposent de fournir un subside de 25 000 florins par kilomètre pour le tramway à vapeur projeté entre Assen, Schoonoord et Coevorden, dans la province de Drenthe.

Ce projet est assez important, car Schoonoord est situé à plus de 37 kilomètres et Coevorden à $45^{km},5$ d'Assen.

Le même journal signale que le Conseil communal de Loosdrecht a fait connaître au bureau technique Würcher et $C^{ie}$, à La Haye, qu'il était disposé à accorder une concession provisoire pour la construction d'un tramway électrique de Hilversum à Nieuwersluis.

La ville de Nymègue a décidé la construction d'une usine d'électricité, tant pour l'éclairage public que pour la traction des tramways assez importants qui relient cette ville à Berg en Dael et à la frontière allemande.

Russie.

Le ministre de la marine vient de passer une commande de 5 millions de roubles à la Société anonyme des usines franco-russes.

D'autre part, les usines Kolomma et les usines Hartmann ont reçu du gouvernement roumain une commande totale de 20 locomotives avec pièces de rechange pour une somme de 2 235 000 francs.

## DIVERS

### *Commission électrotechnique internationale.*

Nos lecteurs se souviennent que la séance préliminaire de la Commission fut tenue à Londres à la fin de juin 1906 ; quatorze pays environ envoyèrent des délégués.

Le R. Hon. lord Kelvin fut choisi pour être le premier président de la Commission et le colonel R. E. Crompton, C. B., fut nommé secrétaire honoraire.

On étudia un projet de statuts pour l'organisation générale de la Commission et ce projet fut adopté sous réserve de ratification par les autorités qui avaient envoyé les délégués.

Ces statuts ont été adoptés par tous les pays et seront signés définitivement à la première réunion du conseil de la Commission, réunion qui aura, sans doute, lieu dans l'été prochain.

Les statuts comportent, en résumé, un pied d'égalité pour tous les pays, c'est-à-dire une égale participation aux frais et une égale valeur du vote. Ils indiquent aussi la façon d'arriver aux prescriptions et ils confient la direction des affaires et le choix des méthodes de travail à un conseil se composant du président de la Commission, des présidents des comités locaux, lesquels sont d'office vice-présidents de la Commission, d'un délégué de chaque comité local et du secrétaire honoraire.

Le but général de la Commission est indiqué dans la résolution adoptée par la Chambre des délégués des gouvernements au Congrès international d'électricité à Saint-Louis, en septembre 1904 :

« Que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des sociétés techniques du monde par la constitution d'une commission représentative chargée d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et des classifications des appareils et machines électriques. »

Nous venons d'apprendre que, jusqu'à présent, les comités locaux ont été constitués dans les pays suivants : Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Danemark, France, Hongrie, Mexique, Suède, États-Unis.

On étudie également la question des comités locaux en Australie, Canada, Japon, Nouvelle-Zélande, Russie, Afrique du Sud et Suisse.

Les progrès dans un tel ordre de choses doivent nécessairement être lents, mais le fait qu'un si grand nombre de pays ont déjà nommé leurs comités locaux n'est pas seulement très encourageant, mais il montre l'intérêt que prend le monde entier à la question de l'unification.

L'« Institution of Electrical Engineers » (Grande-Bretagne) s'est, dès le début, beaucoup intéressé à cette question, et non seulement il a pris à sa charge les frais préliminaires, mais encore il a généreusement avancé à la Commission une somme importante de façon que les démarches d'organisation, pendant la première année, ne soient pas entravées par le manque de fonds. Ce fait a été hautement apprécié par tous, le succès que rencontre partout le mouvement permettra d'éviter d'avoir trop grand recours aux fonds tenus, par cet Institut, à la disposition du secrétaire honoraire.

A la fin de l'année dernière, le comité local britannique nomma un sous-comité de nomenclature présidé par M. A. P. Trotter, conseiller électricien auprès du Board of Trade.

Ce sous-comité s'occupe, en ce moment, de dresser une liste des termes usités couramment dans l'industrie électrique et de donner leurs explications.

Le conseil de la commission publiera très proba-

blement un Vocabulaire de termes électrotechniques en français et en anglais, langues adoptées pour la publication de tous les rapports de la commission.

Dans la dénomination Nomenclature, on doit comprendre la question des *Symboles*, qui sera étudiée plus tard.

Lorsque les Comités locaux des divers pays auront commencé leurs travaux, le Comité local britannique nommera, sans doute, un sous-comité des appareils et machines électriques pour discuter, en particulier, quelles sont les questions qui pourraient être soumises à la Commission en vue d'un accord international.

Le Comité local britannique travaillera d'accord avec les comités locaux des pays prenant part aux études de la Commission et les secrétaires des comités locaux seront mis au courant des travaux par l'intermédiaire du Bureau central, maintenant établi à Londres (Victoria Street, 26, Westminster) et dirigé par M. le Maistre, A. M. Inst. C. E., secrétaire actif de la Commission, auquel on doit adresser toutes les demandes de renseignements.

## LÉGISLATION

La Chambre de Commerce de Constantine est autorisée, par décret du 14 novembre, à avancer au gouvernement général de l'Algérie une somme de 256 000 francs, en vue de concourir aux dépenses d'établissement des circuits téléphoniques Constantine-Batna-Biskra (148 000 francs) et Constantine-Aïn-Beida-Khenchela (108 000 francs).

## BREVETS (1).

390 314, du 27 juillet 1907. — Deutsche telephonwerke G. m. b. H. — Transmetteur de signaux à distance avec organe de contact actionné le long d'une voie de contact.

380 453, du 1er août 1907. — Société Livermore pay station Cy. — Perfectionnements dans les appareils téléphoniques à paiement préalable fonctionnant par l'introduction de pièces de monnaie.

380 464, du 2 août 1907. — Stone. — Perfectionnements aux appareils de télégraphie sans fil.

380 390, du 26 juillet 1907. — Pelgeais. — Porte-charbon à membranes multiples.

380 407, du 31 juillet 1907. — Société anonyme Montbarbon. — Induit en une pièce pour magnétos ou dynamos.

380 454, du 2 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Système perfectionné d'alimentation des moteurs électriques auxiliaires nécessaires au perfectionnement normal des génératrices à haute tension.

380 455, du 2 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Mode de démarrage des stations centrales et sous-stations alimentant des réseaux de distribution électrique.

380 456, du 2 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Perfectionnements à la construction des machines dynamos électriques à courant continu.

380 296, du 27 juillet 1907. — Société Le Manquais Electrical Mfg Cy. — Perfectionnements aux coffrets muraux pour appareils électriques.

380 378, du 30 juillet 1907. — Compagnie Française Thomson-Houston. — Perfectionnements à la fabrication de conducteurs en graphite.

(1) Liste communiquée par M. H. Josse, Ingénieur-Conseil, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

380 430, du 1er août 1907. — Société Fabrik Elektrischer Zünder G. m. b. H. — Procédé pour rendre les dépôts électrolytiques exempts de pores et adhérents au support métallique.

380 528, du 3 août 1907. — Compagnie Française Thomson-Houston. — Perfectionnements aux transformateurs de téléphone.

380 563, du 10 octobre 1906. — Balachowsky et Caire. — Perfectionnements apportés au réglage des machines électriques en général.

380 582, du 6 août 1907. — Mayo et Houlehan. — Rhéostat de démarrage pour moteurs électriques.

380 655, du 9 août 1907. — Société Nya Accumulator Aktiebolaget Jungner. — Accumulateur à alliage de nickel.

380 662, du 9 août 1907. — Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke A. G. — Moteur à répulsion interverti.

380 668, du 9 août 1907. — Société Alsacienne de constructions mécaniques. — Perfectionnements dans les moteurs asynchrones à courants alternatifs.

380 684, du 27 mai 1907. — Société Neudorffer. — Machine électromagnétique polypolaire servant d'appareil d'allumage pour moteurs, avec mise en rotation automatique actionnée par un ressort.

380 493, du 26 avril 1907. — Dieter, Bowsher et Davis. — Dispositif pour la mise en place des câbles dans les tubes ou conduits.

380 557, du 5 août 1907. — Sawyer. — Trolley.

380 583, du 6 août 1907. — Mayo et Houlehan. — Coupe-circuit à lames de plomb.

380 637, du 13 octobre 1906. — Goisot. — Procédé de fixage des conducteurs aux extrémités des résistances électriques.

380 638, du 14 octobre 1906. — Goisot. — Perfectionnements aux résistances électriques.

380 661, du 9 août 1907. — The Morgan Crucible Cy Ltd. — Dispositif perfectionné pour attacher des conducteurs flexibles à des balais de collecteurs et d'autres applications analogues.

380 601, du 7 août 1907. — Fabrik Elektrischer Zünder G. m. b. H. — Procédé pour la préparation de dépôts métalliques.

380 610, du 7 août 1907. — Viel. — Four électrique.

380 699, du 6 juillet 1907. — Marbe. — Procédé pour faire varier les flammes par les ondes électriques.

380 586, du 6 août 1907. — Kilborn. — Lampe électrique à arc.

## RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

*Fer.* — Les exportations françaises de minerai de fer ont atteint 1 539 000 tonnes pendant les trois premiers trimestres de 1907, contre respectivement 1 314 000 et 966 000 tonnes pendant la même période de 1906 et 1905. Sur ce chiffre l'Allemagne a pris 407 621 tonnes en 1907, contre 338 661 et 186 913 tonnes en 1906 et 1905. Comme on le voit, l'exportation des minerais de fer de France en Allemagne a plus que doublé depuis deux ans. Ce minerai provient de la Meurthe-et-Moselle et de Normandie. Sa valeur pour les neuf premiers mois de 1907 est estimée par la douane à 13 millions de francs, de telle sorte que pour l'année entière on arrivera au chiffre de 17 à 18 millions.

* * *

La Société pour l'installation de fours électriques à acier de Berlin a concédé de nouvelles licences de ses fours à induction pour la fabrication de l'acier aux aciéries liégeoises (Liège).

## NOUVELLES SOCIÉTÉS

*Société d'affinage de métaux.* — Constituée le 3 octobre 1907. — Capital : 2 000 000 francs. — Siège social : 56, rue de Provence, Paris.

*Société des Mines de Saint-Sébastien d'Aigrefeuille.* — Constituée le 7 octobre 1907. — Capital : 1 200 000 francs. — Siège social : 50, boulevard Haussmann, Paris.

*Société Edoux et Cie.* — Construction d'appareils mécaniques. — Constituée le 3 octobre 1907. — Capital : 1 000 000 francs. — Siège social : 17, rue Lecourbe, Paris.

*Société minière Niger-Guinée.* — Constituée le 7 octobre 1907. — Capital : 600 000 francs. — Siège social : 46, rue de Provence, Paris.

*Société Bosquet et Cabanel.* — Fonderie. — Constituée le 23 octobre 1907. — Capital : 150 000 francs. — Siège social : 155, rue Michel-Bizot, Paris.

*Société « Les applications électriques ».* — Constituée le 10 octobre 1907. — Capital : 50 000 francs. — Siège social : 8, rue Gounod, Paris.

## PUBLICATIONS COMMERCIALES

*Allgemeine Elecktricitäts-Gesellschaft, Berlin.*

Nähmaschinenmotoren für Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom.

Drehstrom-Motoren von 375 bis, 107 Touren pro minute.

*Société d'appareillage électrique Grivolas, Paris.*

Tarif-album des appareils et accessoires pour l'éclairage électrique.

*Compagnie Internationale d'Électricité, Liège.*

Bulletin n° 35. — Installations électriques des charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldégonde et Genk.

---

## CHRONIQUE FINANCIÈRE

*Compagnie électrique de la Loire, à Saint-Etienne.* — Le dividende 1906-1907 est de 22 fr. 50 par action.

*Société industrielle d'énergie électrique.* — Le 9 décembre, dividende 1906-1907, de 7 fr. 50 (7 fr. 20 par action nominative et 6 fr. 92 au porteur, coupon n° 5) : à Paris, au Crédit industriel et commercial.

*Ateliers de construction du Nord de la France, à Crespin.* — Dividende proposé pour 1906-1907 : 45 francs par action ancienne, 35 fr. 55 par action nouvelle et 119 fr. 78 par part de fondateur.

*Société lorraine de Diétrich.* — Pendant son dernier exercice la production de son atelier d'automobiles a été entièrement écoulée et son chiffre de vente a atteint 11 798 784 francs. Mais en dehors des bénéfices qui peuvent lui revenir de ce département, ceux à provenir de la construction de wagons seraient suffisants, dit-on, pour maintenir dans l'avenir le dividende à 50 francs par action. La société livre pour un million de francs de wagons par mois et son carnet de commandes est pourvu pour longtemps.

*Compagnie de Fives-Lille.* — L exercice 1906-1907 a donné un bénéfice de 1 103 810 francs, permettant non seulement d'amortir le solde débiteur antérieur qui s'élevait à 864 299 francs, mais de conserver un solde créditeur de 239 511 francs. Aucun dividende ne sera encore distribué cette année, mais la situation de la société n'en paraît pas moins très favorablement modifiée.

*Métropolitain.* — Le préfet de la Seine vient d'adresser au conseil municipal son mémoire sur le réseau complémentaire qui doit être attribué à la compagnie. Il propose l'émission par la ville de Paris d'un emprunt de 110 millions pour la construction des nouvelles lignes.

*Omnium Lyonnais.* — Les bénéfices du dernier exercice se sont élevés à 1 083 452 francs. Le dividende sera maintenu à 6 francs et le fonds de prévoyance sera doté de 450 000 francs.

*Aumetz-La Paix.* — Des renseignements contenus dans le rapport à présenter à l'assemblée prochaine, il résulte que, malgré la grève minière, la production de minerais a été de 740 692 tonnes à Aumetz, de 144 080 tonnes à La Paix, de 297 637 tonnes à Havange ; le charbonnage Général a donné 175 637 tonnes de charbon et 125 476 tonnes de coke ; il a été produit 262 045 tonnes de fonte à La Paix, 145 141 tonnes à Fontoy ; la production d'acier brut a passé à 347 117 tonnes, celle des produits laminés à 309 855 tonnes.

Conformément à ce qui a été annoncé, le bénéfice global a atteint 12 869 902 francs, y compris 488 657 francs reportés ; après déduction des frais généraux et des intérêts, il sera proposé de consacrer 2 995 846 francs aux amortissements ordinaires, 391 883 francs à la réserve, 375 000 francs aux amortissements extraordinaires sur machines, 625 000 francs aux amortissements extraordinaires sur actions Fontoy, 125 000 francs au fonds de réfection des hauts fourneaux, 625 000 francs à la réserve spéciale, 187 500 francs aux fonds de prévoyance et de secours ; les actionnaires recevraient 4 260 000 francs ou 12 % de dividende, les tantièmes et gratifications 691 902 francs ; enfin 556 367 francs resteraient à reporter à nouveau.

*Société John Cockerill.* — En attendant la publication du rapport annuel, signalons que le bénéfice brut a été de 5 512 699 francs ; 221 509 francs sont versés au fonds de réfection des hauts fourneaux, 193 600 francs à la réserve comme intérêts du fonds de roulement, 1 644 190 francs aux amortissements sur immeubles et outillage ; les frais généraux et intérêts absorbent 914 073 francs, les subsides aux caisses du personnel 212 327 francs, les frais d'expositions et liquidations diverses 83 656 francs ; le solde de 2 243 333 francs appartient aux actionnaires à raison de 2 125 000 francs ou 85 francs par action, et aux tantièmes à raison de 118 333 francs. Le chiffre d'affaires a été de 44 996 000 francs ; au 30 juin, le carnet de commandes comportait 22 789 000 francs en ordres généralement rémunérateurs.

*Forges de Sarrebrück.* — L'assemblée a voté la répartition du bénéfice ainsi qu'elle était proposée ; mais, contrairement à ce qu'on avait annoncé, le fonds de prévision ne reçoit pas 2 millions ; le bénéfice de 6 758 223 francs, report de 32 738 francs compris, est ainsi affecté : amortissements et prélèvements divers, 3 232 972 francs ; dividende de

500 francs, 2 400 000 francs ; tantièmes, 325 251 francs ; au fonds de prévision, 800 000 francs.

*Mines de cuivre Andréa.* — Cette Société, constituée pour trente ans le 27 septembre dernier, avec siège à Bruxelles, a pour objet l'exploitation des mines de cuivre d'Andréa, d'Esperanza et de Nuestra Senora del Carmen, sises dans le district de Llerena, province de Badajoz (Espagne). Le capital est d'un million de francs, représenté par 10 000 actions privilégiées de 100 francs, outre 10 000 actions ordinaires sans mention de valeur. 3 000 des premières ont été souscrites et libérées de 10 %; le reste a servi à rémunérer les apports.

Voici quelle sera la répartition des bénéfices : 5 % à la réserve légale et 5 % pour un second fonds de réserve ; 5 % de premier dividende aux actions privilégiées ; du restant, 15 % aux administrateurs et commissaires, et du solde, 10 % aux actions privilégiées et 60 % aux actions ordinaires.

*Anciens Établissements Louis De Naeyer.* — L'assemblée générale a autorisé le conseil à émettre 7 193 actions privilégiées nouvelles de 500 francs participant, au prorata des versements effectués, aux bénéfices de l'exercice en cours comme les 12 007 titres anciens ; 2 millions de francs d'obligations 4 1/2 % pourront aussi être émis ; les actions anciennes des deux catégories auront un droit de préférence à raison d'une action nouvelle pour deux anciennes.

*La Métallurgique.* — L'atelier d'automobiles de Marchienne a été apporté à une société spéciale, l'Auto-Métallurgique, au capital d'un million, en 2 000 actions privilégiées de 500 francs et 2 000 actions de dividende ; le conseil d'administration est composé de MM. Georges Marquet, Joseph Capelle, Félix Hecq, Fernand du Roy de Blicquy et Germanès.

*Aciéries d'Angleur.* — Le bénéfice réalisé pendant le dernier exercice s'élève à 1 735 000 francs, contre 1 050 000 francs l'année précédente. Il a été porté aux amortissements 1 250 000 francs contre 700 000 francs. Enfin, le conseil proposera la répartition d'un dividende de 20 francs contre 15 francs l'an dernier.

*Hauts fourneaux de Rombach.* — Le bénéfice net du dernier exercice s'élève à 11 563 557 marks. Après défalcation de 1 285 018 marks pour les frais d'administration, intérêts et provisions ; de 1 626 275 marks retraites et accidents, habitations du personnel, gratifications, de 2 984 873 marks pour amortissements, il reste un bénéfice net de 5 635 468 marks. On distribuera 14 % aux actions.

*Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.* — Après déduction des frais généraux, impôts, intérêts des emprunts et amortissements, l'exercice clos le 30 juin dernier laisse un solde de 14 868 175 marks, contre 12 888 952 marks en 1905-1906. Le conseil proposera à l'assemblée du 10 décembre de fixer le dividende à 12 % sur le capital de 100 millions de marks. Il avait été distribué l'année dernière 11 % sur 86 millions et 5 1/2 % sur 14 millions de marks. Les commandes des trois premiers mois du nouvel exercice s'élèvent à 240 millions de marks, contre 188 millions pour la même période de 1906.

*Société belge de tramways.* — L'assemblée générale extraordinaire du 4 novembre a approuvé les modifications au capital proposées par le conseil d'administration.

Il sera créé un capital de priorité de 2 1/2 millions de francs en 2 500 actions de 1 000 francs 5 %. Les actions privilégiées existantes sont stipulées sans désignation de valeur nominale, tout en conservant leurs droits statutaires.

Les nouvelles actions de priorité donnent droit à dix voix chacune et seront remboursables au pair avant celles des autres catégories.

*Hauts fourneaux de la Chiers.* — Le Conseil d'administration proposera, dit-on, à la prochaine Assemblée, la répartition d'un dividende de 30 francs net par action.

---

## ADJUDICATIONS

### France.

Les Sociétés désireuses d'entreprendre, dans le département du *Gers*, des chemins de fer à voie étroite, des tramways sur route, des services d'autobus ou tous autres services de transports rapides en commun sont informées que la clôture du délai, primitivement fixée au 16 novembre courant, pour la présentation de leurs propositions, est prorogée jusqu'au 1er décembre 1907.

### Belgique.

Le 29 janvier, à 11 heures, à la Société nationale des chemins de fer vicinaux, 14, rue de la Science, à *Bruxelles* : entretien et exploitation du chemin de fer vicinal de Comblain-la-Tour-Manhay-Melreux. Soumissions recommandées le 25 janvier.

### Allemagne.

Le 5 décembre, à l'administration de la ville, à *Leipzig*, fourniture de câbles à courant continu pour l'usine électrique.

Le 7 décembre, aux chemins de fer de l'État prussien, à *Cologne*, fourniture de 34 800 kilogrammes feuilles de cuivre, 347 000 kilogrammes tôles id. pour boîtes à feu de locomotives, 235 000 kilogrammes tiges de cuivre, 5 350 kilogrammes fil id., 35 800 kilogrammes tuyaux id., 11 000 kilogrammes feuilles de laiton et 7 600 kilogrammes fil de laiton.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Jessen* (Halle-sur-Saale), établissement d'installations électriques.

Prochainement, à l'administration de la ville, à *Osnabrück*, extension des travaux hydrauliques, 70000 marks.

Autriche-Hongrie

Le 2 décembre, aux chemins de fer de l'État autrichien, à *Vienne*, fourniture et montage d'installations mécaniques, machines-outils, chèvres à lever les wagons, etc., pour l'atelier du chemin de fer local de Trient-Malé.

Le 10 décembre, aux chemins de fer de l'État autrichien, à *Linz*, fourniture d'une grue roulante de 60 tonnes, une grue roulante de 5 tonnes et un transbordeur pour la canalisation, le tout actionné électriquement.

Italie.

Le 6 décembre, à 11 heures, au ministère de la marine, à *Rome*, et à la direction générale de l'arsenal de *Tarante*, fourniture de tubes réfrigérants en laiton pour condenseurs, en 3 lots. Total : L. 227431,50.

Espagne.

Jusqu'au 23 décembre, à 14 heures, à la junte des travaux du port à *Huelva*, offres pour la fourniture de quatre locomotives-tenders destinées aux travaux dudit port ; caut. provisoire : 8000 pesetas.

République Argentine.

M. Richard R. Lodola, aux soins de la Banque espagnole du Rio de la Plata, 32, avenue de l'Opéra, à Paris, reçoit les propositions pour fourniture des matériaux nécessaires à la construction, à l'équipement, etc., de la ligne Urdaniz de la Compagnie des tramways électriques de la ville de *Buenos-Aires*.

---

### *Vente de la Bibliothèque d'Édouard Hospitalier.*

Le douloureux événement qui, le 9 mars dernier, enlevait Édouard Hospitalier presque subitement à l'affection des siens, privait en même temps la science et l'industrie électriques de l'homme qui, peut-être, les associait le plus complètement en son esprit. Tour à tour professeur, publiciste, ingénieur, inventeur, et le tout avec succès. Hospitalier, depuis trente ans sur la brèche, avait assimilé toutes les théories et connu toutes les inventions du domaine de l'électricité ; il les avait enseignées par la parole et par le livre ou l'article ; il les avait appliquées dans d'ingénieux appareils ; il les avait fait progresser par la clarté qu'il avait apportée dans le langage, par les définitions qu'il avait proposées, par les démonstrations ingénieuses et simples, grâce auxquelles se trouvait réalisée une sérieuse économie dans le travail de ses élèves.

La documentation d'Hospitalier était prodigieuse Voulant tout voir avec netteté, il rassemblait tous les écrits susceptibles de l'enrichir encore, et, avec un sens pratique qui s'ajoutait à son besoin de clarté, il classait sans cesse ses documents, les cataloguait, les organisait de manière à pouvoir, avec le minimum de recherches, trouver le renseignement utile et le faire servir dans sa multiple activité.

C'est pourquoi, même alors qu'il ne peut plus les utiliser lui-même, ses papiers, imprimés ou manuscrits, classés avec méthode, conservent une grande valeur pour ceux qui, parcourant la même carrière, sont désireux d'acquérir une documentation de premier ordre.

Ce n'est pas la caractéristique la moins intéressante de la bibliothèque que laisse Hospitalier, de contenir une foule de documents étrangers, livres, brochures ou manuscrits. Des séries, pour la plupart complètes jusqu'à cette année, des périodiques les plus importants donnent, à l'ensemble, un caractère de continuité assez rare dans une bibliothèque privée, et que les amateurs sauront apprécier.

Les annotations nombreuses de sa main rappellent que ces livres furent les compagnons de son incessant labeur ; ils pourront apporter à d'autres professeurs, à d'autres ingénieurs, tout ce qui peut être transmis du travail d'un penseur.

La vente aura lieu le vendredi 6 décembre 1907, à 8 heures du soir, dans les salles de ventes aux enchères de la librairie E. M. Paul et fils et Guillemin, 28, rue des Bons-Enfants, Paris.

* * *

## AVIS

La prochaine réunion mensuelle de la Société internationale des Electriciens aura lieu le mercredi 4 décembre, à 8 h. 1/2 précises du soir, dans la grande salle des séances de la Société d'encouragement, 44, rue de Rennes, à Paris.

Ordre du jour :

1° Discussion de la communication de M. Médovelli sur l'appareillage électrique à haute et basse tension ;

2° Appareils de protection contre les conséquences des ruptures des conducteurs aériens, par M. Barré. Projections.

3° Application des appareils de protection ci-dessus aux lignes de trolleys, par M. Mariage.

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 23 Novembre 1907.*

**FRANCE**

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 245 |
| Cie française matériel. | 667 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 685 |
| Cie générale française tramways. | 541 |
| — parisienne tramways. | 146 |
| Creusot (Schneider). | 1 900 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 528 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Edison (Cie continentale). | 945 |
| Électricité (Cie générale). | 700 |
| Électricité de Paris. | 350 |
| Électro-métallurgique Dives. | 370 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 524 |
| Fives-Lille. | 338 |
| Forces motrices Rhône. | 590 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 090 |
| Franco-belge matériel. | 720 |
| Métropolitain. | 499 |
| Nord de la France. | 790 |
| Parisienne électrique. | 230 |
| Secteur place Clichy. | 1 025 |
| — rive gauche, Paris. | 275 |
| Télégraphes du Nord, unit. | 825 |
| Téléphones (Société industrielle). | 316 |
| Thomson-Houston. | 570 |

**BELGIQUE**

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 210,50 |
| — Thiriau. | 462,50 |
| — Willebroeck. | 222,50 |
| Beer. | 495 |
| Cockerill. | 1 690 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 800 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 705 |
| Union électrique A. E. G. | 300 |

**ALLEMAGNE**

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 242,85 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 315 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 171,25 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 191,25 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 182,25 |
| Lahmeyer. | 142,50 |
| Schuckert. | 125,25 |
| Siemens et Halske. | 206,25 |
| Voigt et Haëffner. | 194,10 |

**SUISSE**

| | |
|---|---|
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 520 |
| Brown Boveri. | 1 875 |
| Franco-suisse électrique. | 450 |
| Motor. | 590 |
| Oerlikon. | 330 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 16 NOVEMBRE | SAMEDI 23 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 38 à 40 | 33 à 36 |
| *Cuivre.* | 58 à 57,15 | 59,15 |
| *Etain.* | 136,10 à 138 | 136 à 137,10 |
| *Plomb.* | 18,12/6 à 18,2/6 | 18,2/6 |
| *Zinc.* | 21,5 à 22 | 21,5 à 22,5 |

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

**Périodiques du 15 au 22 Novembre 1907.**

J. Dalemont. — Enseignement technique (*Eclairage Electrique,* 16 novembre 1907).

C. Somigliana. — Sulla preparazione matematica degli allieri ingegneri (l'*Elettricista,* 15 novembre 1907).

P. Bougault. — Le refus d'une autorisation de voirie et le recours pour excès de pouvoir (*Houille blanche,* octobre 1907).

M. Wien. — Sur une erreur commise dans la mesure de l'amortissement par la méthode de Bjerknes (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

F Grunbaum. — Uber relative Resonanz im Wechselstromkreis (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 21 novembre 1907).

L. Cohen. — Self-Inductance of a Solenoid of any number of Layers (*Electrical World,* 9 novembre 1907).

B.-F. Jakobsen. — Influence des charges non équilibrées dans la transformation de courants triphasés en courants diphasés (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

E.-B. Rosa. — The variation of manganin resistances with atmosphery humidity (*Electrician,* 15 novembre 1907).

R. Goldschmidt. — Sismographe à enregistrement électrique (*Bulletin de la Société Belge des électriciens,* novembre 1907).

J. Liska. — Sur le fonctionnement des parafoudres à cylindres (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

G. Berndt. — Ein selbstzeigendes Vakuum-Messinstrument (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 21 novembre 1907).

J.-T. Irwin. — Wattmètres et oscillographes thermiques (*Electrician,* 16 novembre 1907).

C.-B. Edwards. — Builders' Trials of Curtis turbine steamer « Creole » (*Engineering,* 15 novembre 1907).

. . . . . — The Large Gas-Engine (*Engineering,* 15 novembre 1907).

J.-A. Farcot. — Les moteurs légers à explosion avec refroidissement par l'air (*Eclairage Electrique,* 16 novembre 1907).

O.-H. Mueller. — Les pompes turbines (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

P. Postel-Vinay. — Sur les pivots des turbines à vapeur à axe vertical (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

R. Pitaval. — État actuel de l'industrie de l'aluminium (*Génie Civil,* 16 novembre 1907).

G. Rosset. — Sur l'expression de la résistivité électrolytique et ses conséquences (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

V. Engelhardt. — Elektrische Induktionsöfen und ihre Anwendung in der Eisen und Stahlindustrie (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 21 novembre 1907).

A. Brochet. — Sur les réactions de la cuve de nickelage (*Eclairage Electrique,* 16 novembre 1907).

F.-C. Parkins. — L'éclairage électrique des navires et des trains au moyen de turbines à vapeur (*Electrician,* 16 novembre 1907).

H.-H. Broughton. — Electric Cranes (*Electrician,* 22 novembre 1907).

R. Apt. — Sur les fils émaillés (*Eclairage Electrique,* 16 novembre 1907).

N. Stahl. — Distribution and Breadth Coefficients of Alternators (*Electrical World,* 9 novembre 1907).

H. Schnetzler. — Regelung von Repulsionsmotoren durch Bürstenverschiebung (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 21 novembre 1907).

U.-R. Andrei. — I motori monofasi a collettore (l'*Elettricista,* 15 novembre 1907).

. . . . . . — Moteur pour grue électrique à grande vitesse (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

T.-R. Lyle. — Relevé des courbes de transformateurs (*Eclairage Electrique,* 23 novembre 1907).

H. Hobart et F. Punga. — Description d'un alternateur triphasé de 5 000 kilowatts (*Eclairage Électrique,* 23 novembre 1907).

E. A. Watson. — Sur la perméabilité des tôles en alliage pour les hautes inductions (*Éclairage Électrique,* 16 novembre 1907).

J. Bethenod. — Sur le transformateur à résonance (*Éclairage Électrique,* 16 novembre 1907).

J.-A. Fleming. — Théorie élémentaire des oscillateurs électriques (*Éclairage Électrique,* 16 novembre 1907).

Fessenden. — A regular Wireless Telegraph service betwesen America and Europe (*Electrician,* 22 novembre 1907).

R. Goldschmidt. — Télégraphie et téléphonie sans fils spéciaux pour l'utilisation des conducteurs d'un réseau électrique (*Éclairage Électrique,* 16 novembre 1907).

.... — The Knockroe transatlantic Radio-Telegraph station (*Electrician,* 15 novembre 1907).

E.-J. Berg. — Constants of cables and magnetic conductors (*Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers,* octobre 1907).

J.-B. Sparks. — Aluminium as a Substitute for Copper for Electrical Transmission Purposer. (*Electrical Review.* Londres, 15 novembre 1907).

R. Hundhausen. — Verfahren zur Normalisierung von Edison-Stöpselsicherungen mittels geeigneter Mehlehren und Fräswerkzeuge (*Elektrotechnische Zeitschrift,* 21 novembre 1907).

P. Frei. — Die Zentrale Weichen und Signalstellung auf der Station in der Mitte des Simplontunnels und die Streckenblockeinrichlung Brig-Tunnelstation. Iselle (*Schwigehsrische Elektrotechnische Zeitschrift,* 16 novembre 1907).

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 30 Novembre 1907.*

## FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 242,50 |
| Cie française matériel. | 670 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 714 |
| Cie générale française tramways. | 543 |
| — parisienne tramways. | 147 |
| Creusot (Schneider). | 1 870 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 541 |
| Éclairage électrique. | 248,50 |
| Edison (Cie continentale). | 1 050 |
| Électricité (Cie générale). | 708 |
| Électricité de Paris. | 448 |
| Électro-métallurgique Dives. | 374 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 432 |
| Fives-Lille. | 339,50 |
| Forces motrices Rhône. | 610 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 081 |
| Franco-belge matériel. | 740 |
| Métropolitain. | 509 |
| Nord de la France. | 800 |
| Parisienne électrique. | 238 |
| Secteur place Clichy. | 1 035 |
| — rive gauche, Paris. | 292 |
| Télégraphes du Nord. | 825 |
| Téléphones (Société industrielle). | 318 |
| Thomson-Houston. | 589 |

## BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 200 |
| — Thiriau. | 425 |
| — Willebroeck. | 215 |
| Beer. | 499 |
| Cockerill. | 1 640 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 790 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 705 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

## ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 245,50 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 245,60 |
| Bergmann. | 318,75 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 171,25 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 191,25 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 182,25 |
| Lahmeyer. | 140,60 |
| Schuckert. | 125,25 |
| Siemens et Halske. | 205,85 |
| Voigt et Haeffner. | 194,10 |

## SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 370 |
| Brown Boveri. | 1 875 |
| Franco-suisse électrique. | 450 |
| Motor. | 590 |
| Oerlikon. | 330 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 23 NOVEMBRE | SAMEDI 30 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 33 à 36 | 34 à 36 |
| *Cuivre.* | 59,15 | 63 à 63,50 |
| *Etain.* | 136 à 137,10 | 137 à 138,15 |
| *Plomb.* | 18,2/6 | 17,10 |
| *Zinc.* | 21,5 à 22,5 | 21,5 |

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

**Périodiques du 15 au 22 novembre 1907.**

A.-H. Armstrong. — Comparative performance of steam and electric locomotives (*Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, octobre 1907).

Henry. — La traction électrique par courant alternatif simple sur les chemins de fer en Europe, système Westinghouse (*L'Electricien*, 16 et 23 novembre 1907)

F. Sezula. — Exploitation des chemins de fer électrique et à vapeur (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

J. Reyval. — Consommation d'énergie dans la traction électrique (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

A. Bellet. — Les installations hydro-électriques de la Société Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen (*Houille blanche*, octobre 1907).

.... — Die Wasserkräfte des Kantons Zürich, unter spezieller Berücksichtigung des projektierten Rhein — Glatt — Töss — Werkes Eglisau (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 et 16 novembre 1907.)

J. Izart. — Économies de combustibles dans les stations centrales (*L'Electricien*, 23 novembre 1907).

.... — Impianto idroelettrico del Vallo di Diana. (*L'Electricista*, 15 novembre 1907).

F. Lœwenthal. — Nouvelles installations du service de l'électricité de la ville de Bruxelles (*Bulletin de la Société Belge des Électriciens*, novembre 1907).

L.-H. Walter. — The Tantalum Lamp, With High Resistance Filament (*Electrician*, 22 novembre 1907).

**Périodiques du 23 au 30 novembre 1907.**

E.-B. Rosa et N.-E. Dorsey. — A new determination of the Ratio of the Electromagnetic to the Electrostatic Unit of Electricity (*Bulletin of the Bureau of Standards*, Washington, octobre 1907).

F. Grünbaum. — Uber relative Resonanz im Wechselstromkreis (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

J. Bethenod. — Sur le transformateur à résonance (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

S.-M. Hills et T. Germann. — A method of measuring dielectric strength (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

... — The magnetic testing of iron (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

E. Schulz. — Wendepol-Maschinen (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

R. Goldschmidt — The leakage of induction motors (*Electrician*, 29 novembre 1907).

P. [illegible]esing. — Bestimmung von Bahnmotoren auf Grund der günstigsten Zahnradübersetzung (*Elektrische Kraftbetriebe*, Bahnen, 23 novembre 1907).

E. Mullendorf. — Transformateur à courants combinés (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

C. Breitfeld. — Die Grötse c in G. Roesslers Werk « Fernleitung von Wechselströmen » (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, 24 novembre 1907).

E. Shaw. — Mise à la terre des points neutres dans les distributions à courant triphasé (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

J. Schmidt. — Gesichtspunkte für den Bau von Apparaten un Schaltanlagen (*Schweizerische Zeitschrift*, 23 novembre 1907).

Vedovelli. — L'appareillage électrique à haute et à basse tension (*Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, novembre 1907).

Henry. — La traction électrique par courant alternatif simple sur les chemins de fer en Europe, système Westinghouse (*Electricien*, 30 novembre 1907).

... — Texts of a new combined electro-mechanical tramcar track brake (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

H. Curmond. — Les tramways électriques de Torquay, Mexborough et Hastings (l'*Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, octobre 1907).

De Loménie. — La traction et la distribution d'énergie à Versailles (l'*Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, octobre 1907).

C. Michalke. — Les courants vagabonds dus au retour par les rails (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

F. Laporte. — La Commission internationale de Photométrie (*Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, novembre 1907).

O. Mueller. — Les nouvelles pompes-turbines (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

R. Pohl. — The development of turbo-generators (*Electrician*, 29 novembre 1907).

... — The urft dam and hydro-electric power distribution (*Engineering*, 20 novembre 1907).

... — The electrical equipment of a Cement Works (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

J. Zvonicek. — Dampfturbine System J. Zvonicek (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, 24 novembre 1907).

H. Schultz. — Eine fahrbare kabelwinde mit elektrischem Antrieb (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

Glier. — Der Bedarf Argentiniens an Erzeugnissen der elektrischen Industrie (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

E.-J. Brunswick. — Commande électrique des trains de laminoir (*Industrie électrique*, 25 novembre 1907).

... — Generalversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereines (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, 23 novembre 1907).

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 30 Novembre 1907.*

| FRANCE | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est | 242,50 |
| Cie française matériel | 670 |
| Compt. matér. usines à gaz | 1 714 |
| Cie générale française tramways | 543 |
| — parisienne tramways | 147 |
| Creusot (Schneider) | 1 870 |
| Distribution d'énergie électrique | 490 |
| Dyle et Bacalan | 541 |
| Éclairage électrique | 248,50 |
| Edison (Cie continentale) | 1 050 |
| Électricité (Cie générale) | 708 |
| Électricité de Paris | 448 |
| Électro-métallurgique Dives | 374 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen | 432 |
| Fives-Lille | 339,50 |
| Forces motrices Rhône | 610 |
| Forges de la Méditerranée | 1 081 |
| Franco-belge matériel | 740 |
| Métropolitain | 509 |
| Nord de la France | 800 |
| Parisienne électrique | 238 |
| Secteur place Clichy | 1 035 |
| — rive gauche, Paris | 292 |
| Télégraphes du Nord | 825 |
| Téléphones (Société industrielle) | 318 |
| Thomson-Houston | 589 |
| **BELGIQUE** | |
| Ateliers de la Meuse | 1 200 |
| — Thiriau | 425 |
| — Willebroeck | 215 |
| Beer | 499 |
| Cockerill | 1 640 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 790 |
| Cie internationale d'électricité | 350 |
| Electr. Seraing | 500 |
| Élect. Thomson-Houston (Méd.) | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge) | 705 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |
| **ALLEMAGNE** | |
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft | 245,50 |
| Akkumulatoren Fabrik | 245,60 |
| Bergmann | 318,75 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 171,25 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer | 191,25 |
| Gesellschaft für chemische Industrie | 2 437,50 |
| Internat. Elektr. (Vienne) | 182,25 |
| Lahmeyer | 140,60 |
| Schuckert | 125,25 |
| Siemens et Halske | 205,85 |
| Voigt et Haeffner | 194,10 |
| **SUISSE** | |
| Alioth | 520 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen) | 2 370 |
| Brown Boveri | 1 875 |
| Franco-suisse électrique | 450 |
| Motor | 590 |
| Oerlikon | 330 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie | 6 000 |
| Société Lonza (Genève) | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 23 NOVEMBRE | SAMEDI 30 NOVEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine* | 33 à 36 | 34 à 36 |
| *Cuivre* | 59,15 | 63 à 63,50 |
| *Étain* | 136 à 137,10 | 137 à 138,15 |
| *Plomb* | 18,2/6 | 17,10 |
| *Zinc* | 21,5 à 22,5 | 21,5 |

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

**Périodiques du 15 au 22 novembre 1907.**

A.-H. Armstrong. — Comparative performance of steam and electric locomotives (*Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, octobre 1907).

Henry. — La traction électrique par courant alternatif simple sur les chemins de fer en Europe, système Westinghouse (*L'Electricien*, 16 et 23 novembre 1907)

F. Sezula. — Exploitation des chemins de fer électrique et à vapeur (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

J. Reyval. — Consommation d'énergie dans la traction électrique (*Éclairage Électrique*, 16 novembre 1907).

A. Bellet. — Les installations hydro-électriques de la Société Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen (*Houille blanche*, octobre 1907).

.... — Die Wasserkräfte des Kantons Zürich, unter spezieller Berücksichtigung des projektierten Rhein — Glatt — Töss — Werkes Eglisau (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 et 16 novembre 1907.)

J. Izart. — Économies de combustibles dans les stations centrales (*L'Electricien*, 23 novembre 1907).

.... — Impianto idroelettrico del Vallo di Diana. (*L'Electricista*, 15 novembre 1907).

F. Lœwenthal. — Nouvelles installations du service de l'électricité de la ville de Bruxelles (*Bulletin de la Société Belge des Électriciens*, novembre 1907).

L.-H. Walter. — The Tantalum Lamp, With High Resistance Filament (*Electrician*, 22 novembre 1907).

**Périodiques du 23 au 30 novembre 1907.**

E.-B. Rosa et N.-E. Dorsey. — A new determination of the Ratio of the Electromagnetic to the Electrostatic Unit of Electricity (*Bulletin of the Bureau of Standards*, Washington, octobre 1907).

F. Grünbaum. — Uber relative Resonanz im Wechselstromkreis (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

J. Bethenod. — Sur le transformateur à résonance (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

S.-M. Hills et T. Germann. — A method of measuring dielectric strength (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

... — The magnetic testing of iron (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

E. S[illegible] — Wendepol-Maschinen (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

R. Goldschmidt — The leakage of induction motors (*Electrician*, 29 novembre 1907).

P. [illegible] — Bestimmung von Bahnmotoren auf Grund der günstigsten Zahnradübersetzung (*Elektrische Kraftbetriebe*, Bahnen, 23 novembre 1907).

E. Mullendorf. — Transformateur à courants combinés (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

C. Breitfeld. — Die Grötse c in G. Roesslers Werk « Fernleitung von Wechselströmen » (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, 24 novembre 1907).

E. Shaw. — Mise à la terre des points neutres dans les distributions à courant triphasé (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

J. Schmidt. — Gesichtspunkte für den Bau von Apparaten un Schaltanlagen (*Schweizerische Zeitschrift*, 23 novembre 1907).

Vedovelli. — L'appareillage électrique à haute et à basse tension (*Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, novembre 1907).

Henry. — La traction électrique par courant alternatif simple sur les chemins de fer en Europe, système Westinghouse (*Electricien*, 30 novembre 1907).

... — Texts of a new combined electro-mechanical tramcar track brake (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

H. Curmond. — Les tramways électriques de Torquay, Mexborough et Hastings (l'*Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, octobre 1907).

De Loménie. — La traction et la distribution d'énergie à Versailles (l'*Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, octobre 1907).

C. Michalke. — Les courants vagabonds dus au retour par les rails (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

F. Laporte. — La Commission internationale de Photométrie (*Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, novembre 1907).

O. Mueller. — Les nouvelles pompes-turbines (*Éclairage Électrique*, 30 novembre 1907).

R. Pohl. — The development of turbo-generators (*Electrician*, 29 novembre 1907).

... — The urft dam and hydro-electric power distribution (*Engineering*, 20 novembre 1907).

... — The electrical equipment of a Cement Works (*Electrical Engineering*, 28 novembre 1907).

J. Zvonicek. — Dampfturbine System J. Zvonicek (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, 24 novembre 1907).

H. Schultz. — Eine fahrbare kabelwinde mit elektrischem Antrieb (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

Glier. — Der Bedarf Argentiniens an Erzeugnissen der elektrischen Industrie (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 28 novembre 1907).

E.-J. Brunswick. — Commande électrique des trains de laminoir (*Industrie électrique*, 25 novembre 1907).

... — Generalversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereines (*Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift*, 23 novembre 1907).

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 7 Décembre 1907.*

**FRANCE**

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 255 |
| Cie française matériel. | 675 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 700 |
| Cie générale française tramways. | 559 |
| — parisienne tramways. | 156 |
| Creusot (Schneider). | 1 890 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 545 |
| Éclairage électrique. | 254 |
| Edison (Cie continentale). | 1 079 |
| Electricité (Cie générale). | 745 |
| Electricité de Paris. | 489 |
| Électro-métallurgique Dives. | 384 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen. | 475 |
| Fives-Lille. | 336 |
| Forces motrices Rhône. | 630 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 115 |
| Franco-belge matériel. | 740 |
| Métropolitain. | 511 |
| Nord de la France. | 785 |
| Parisienne électrique. | 238 |
| Secteur place Clichy. | 1 020 |
| — rive gauche, Paris. | 293 |
| Télégraphes du Nord. | 820 |
| Téléphones (Société industrielle). | 323 |
| Thomson-Houston. | 614 |

**BELGIQUE**

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 235 |
| — Thiriau. | 440 |
| — Willebroeck. | 235 |
| Beer. | 498,50 |
| Cockerill. | 1 680 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 800 |
| Cie internationale d'électricité. | 350 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Elect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 725 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

**ALLEMAGNE**

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | m. 197,60 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 193 |
| Bergmann. | 257 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 95,25 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 153,50 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 1 950 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 145,80 |
| Lahmeyer. | 115 |
| Schuckert. | 100,80 |
| Siemens et Halske. | 166,50 |
| Voigt et Haëffner. | 155 |

**SUISSE**

| | |
|---|---|
| Alioth. | 438 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 255 |
| Brown Boveri. | 1 870 |
| Franco-suisse électrique. | 445 |
| Motor. | 595 |
| Oerlikon. | 325 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 30 NOVEMBRE | SAMEDI 7 DÉCEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 34 à 36 | 31 à 35 |
| *Cuivre.* | 63 à 63,50 | 61,10 à 62,10 |
| *Etain.* | 137 à 138,15 | 134,15 à 135,10 |
| *Plomb.* | 17,10 | 15 |
| *Zinc.* | 21,5 | 21 à 21,17/6 |

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

**Périodiques du 30 novembre au 7 décembre 1907.**

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 14 Décembre 1907.*

### FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est | 255 |
| Cie française matériel | 695 |
| Compt. matér. usines à gaz | 1 709 |
| Cie générale française tramways | 552 |
| — parisienne tramways | 154 |
| Creusot (Schneider) | 1 889 |
| Distribution d'énergie électrique | 490 |
| Dyle et Bacalan | 522 |
| Éclairage électrique | 270 |
| Edison (Cie continentale) | 1 100 |
| Electricité (Cie générale) | 730 |
| Electricité de Paris | 500 |
| Électro-métallurgique Dives | 358 |
| Énergie élect., littoral méditerranéen | 490 |
| Fives-Lille | 345 |
| Forces motrices Rhône | 625 |
| Forges de la Méditerranée | 1 105 |
| Franco-belge matériel | 740 |
| Métropolitain | 506 |
| Nord de la France | 785 |
| Parisienne électrique | 238 |
| Secteur place Clichy | 1 004 |
| — rive gauche, Paris | 293 |
| Télégraphes du Nord | 830 |
| Téléphones (Société industrielle) | 319,50 |
| Thomson-Houston | 606 |

### BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse | 1 235 |
| — Thiriau | 440 |
| — Willebroeck | 235 |
| Beer | 498,50 |
| Cockerill | 1 747 50 |
| Constructions élect. Charleroi, pr. | 800 |
| Cie internationale d'électricité | 350 |
| Electr. Seraing | 500 |
| Elect. Thomson-Houston (Méd.) | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge) | 732,50 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

### ALLEMAGNE

| | |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft | m. 195,20 |
| Akkumulatoren Fabrik | 191 |
| Bergmann | 258 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 95 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer | 151,10 |
| Gesellschaft für chemische Industrie | 1 950 |
| Internat. Elektr. (Vienne) | 145,80 |
| Lahmeyer | 114 |
| Schuckert | 98,10 |
| Siemens et Halske | 165 |
| Voigt et Haeffner | 155 |

### SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth | 400 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen) | 2 230 |
| Brown Boveri | 1 920 |
| Franco-suisse électrique | 454 |
| Motor | 590 |
| Oerlikon | 335 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie | 6 000 |
| Société Lonza (Genève) | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

(Londres)

| | SAMEDI 7 DÉCEMBRE | SAMEDI 14 DÉCEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine* | 31 à 35 | 34 à 36 |
| *Cuivre* | 61,10 à 62,10 | 62 à 62,10 |
| *Etain* | 134,15 à 135,10 | 127,10 à 128,10 |
| *Plomb* | 15 | 14,05 à 14,10 |
| *Zinc* | 21 à 21,17/6 | 20,10 |

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

En s'adressant à la Revue nos lecteurs peuvent obtenir les articles indiqués dans notre Index.

J. Mould. — The starting, regulating and stopping of continuous current motors (*El. Rev.* 30 novembre).

J. Görner. — Über Ferraris-Messgeräte (*Schw. Elekt. Zeit.*, 14 décembre).

.... — The torque conditions in alternate current motors (*Elect. Eng.*, 12 décembre).

Ross. — Belastungswiderstande für grösserer Wechselstromgenerator (*Elekt. und Masch.*, 8 décembre).

A. Sengel. — Spannungskoëfficient von Ein und Mehrphasen Maschinem (*Elekt. Zeit.*, 12 décembre).

B. Jirotka. — Erhöhung der Spannung und Spaltung des Ströme bei Induktoren (*Elekt. Zeit.*, 12 décembre).

J. Bethenod. — Sur le transformateur à résonance (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

H.-M. Hobart et F. Punga. — Description d'un alternateur de 5000 kilowatts (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

V. Drysdale. — The theory of alternate current transmission in cables (*The Electrician*, 6 décembre).

Furkel. — Die Beschaffenheit und Entwicklung des städtischen Elektricitatswerke Mainz (*Elekt. Zeit.* 12 décembre).

Niethammer. — Das starre und monozyclische System (*Elekt. und Masch.*, 8 décembre 1907).

Armagnat. — Les usines électriques du littoral méditerranéen (*Ind. Elect.* 10 décembre).

..... — Recent developpments of Power and Lighting supply in West Ham. (*Elect. Eng.*, 12 décembre).

H. Harrison. — The city lighting (*Elect. Rev.*, 6 décembre).

J. S. Dow. — A form of cosine flicker photometer (*The Electrician*, 6 décembre).

W.-M. Upson. — Observations sur l'arc électrique (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

.... — Lacroze System of Tramways in Buenos Ayres (*The Electrician*, 6 décembre).

J. Pigg. — Automatic Cab-signalling on Locomotives (*The Electrician*, 6 décembre).

... — Progress in Railway Electrification (*The Electrician*, 6 décembre).

A. Müller. — Über Fortschritte im Bau von Elektromobilen (*Elekt. Zeit.*, 12 décembre).

S. Herzog. — Einphasenwechselstrombahn Locarno-Bignasco (*Schw. Elekt. Zeit.*, 14 décembre).

F. Heckler. — Foundation Brake. Gear design for Electric Railway Cars (*Street Railway*, 30 novembre).

J.-F. Snell. — Assessment of Electricity and Tramway Undertakings (*Elect. Eng.*, 12 décembre).

... — The Electrification of the swedish State Railways (*Engin.*, 13 décembre).

... — Signalling on Railways (*Engin.*, 13 décembre).

.... — The Vienna Baden Single-phase Railway (*Elect. Eng.*, 12 décembre).

W. Mattersdorff. — Trafic des tramways électriques (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

Kolkin. — Electrically operated pumping plants (*Elect. Rev.*, 6 décembre).

E. Kulka. — Ermittlung der höchsten Geschwindigkeit der Beschleunigungs und Verzögerungsdauer elektrisch betriebener Fördermaschinen bei Anfahrten und Stillsetzen mit konstantem Strome (*Elect. Zeit.*, 12 décembre).

H. Stafford Hatfield. — Some recent improvements in the Wright Mercury Electrolytic Meter (*The Electrician*, 6 décembre).

F. Lubberger. — Erweiterungen und Umbauten von selbstätigen Telephonämtern. (*Elekt. Zeit.*, 12 décembre).

H. Abraham et Devaux-Charbonnel (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

A. Soulier. — Unification des méthodes d'essai du matériel électrique en Amérique (*Ind. Elect.*, 10 décembre).

E. Gray. — Aluminium v. Copper for Cables (*Elect. Rev.*, 6 décembre).

W. Weicker. — Laboratoire à haute tension de la fabrique de porcelaine d'Hermsdorf (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

A. Blondel. — Quelques observations sur l'enseignement technique (*Eclairage Electrique*, 14 décembre).

J. Dalemont. — L'énergie des cours d'eau en Suisse (*La géographie*, nov. 1907).

# VALEURS INDUSTRIELLES

*Cours du 21 Décembre 1907.*

### FRANCE

| | |
|---|---|
| Ateliers const. élect. Nord et Est. | 250 |
| Cie française matériel. | 705 |
| Compt. matér. usines à gaz. | 1 700 |
| Cie générale française tramways. | 569 |
| — parisienne tramways. | 156,50 |
| Creusot (Schneider). | 1 848 |
| Distribution d'énergie électrique. | 490 |
| Dyle et Bacalan. | 525 |
| Éclairage électrique. | 267 |
| Edison (Cie continentale). | 1 115 |
| Electricité (Cie générale). | 730 |
| Electricité de Paris. | 301 |
| Électro-métallurgique Dives. | 373 |
| Énergie élect. littoral méditerranéen. | 490 |
| Fives-Lille. | 314 |
| Forces motrices Rhône. | 593 |
| Forges de la Méditerranée. | 1 120 |
| Franco-belge matériel. | 755 |
| Métropolitain. | 504 |
| Nord de la France. | 759 |
| Parisienne électrique. | 238 |
| Secteur place Clichy. | 1 004 |
| — rive gauche, Paris. | 277 |
| Télégraphes du Nord. | 825 |
| Téléphones (Société industrielle). | 318 |
| Thomson-Houston. | 615 |

### BELGIQUE

| | |
|---|---|
| Ateliers de la Meuse. | 1 250 |
| — Thiriau. | 430 |
| — Willebroeck. | 240 |
| Beer. | 470 |
| Cockerill. | 1 670 |
| Constructions élect. Charleroi. | 797,50 |
| Cie internationale d'électricité. | 340 |
| Electr. Seraing. | 500 |
| Elect. Thomson-Houston (Méd.). | 360 |
| Entreprises élect. (Société belge). | 711,25 |
| Union électrique A. E.G. | 300 |

### ALLEMAGNE

| | m. |
|---|---|
| Allegemeine Elektricitäts Gesellschaft. | 195,20 |
| Akkumulatoren Fabrik. | 191 |
| Bergmann. | 263 |
| Deutsche Uebers. K. F. | 143 |
| Felten et Guilleaume Lahmeyer. | 153 |
| Gesellschaft für chemische Industrie. | 1 950 |
| Internat. Elektr. (Vienne). | 145,80 |
| Lahmeyer. | 114,20 |
| Schuckert. | 99 |
| Siemens et Halske. | 164 |
| Voigt et Haëffner. | 154,70 |

### SUISSE

| | |
|---|---|
| Alioth. | 400 |
| Aluminium Industrie (Neuhausen). | 2 350 |
| Brown Boveri. | 1 920 |
| Franco-suisse électrique. | 467,50 |
| Motor. | 590 |
| Oerlikon. | 380 |
| Schweiz. Ges. für elekt. Industrie. | 6 000 |
| Société Lonza (Genève). | 530 |

## COURS DES MÉTAUX

**(Londres)**

| | SAMEDI 14 DÉCEMBRE | SAMEDI 21 DÉCEMBRE |
|---|---|---|
| *Antimoine.* | 34 à 36 | 32 à 36 |
| *Cuivre.* | 62 à 62,10 | 59,10 à 60,17/6 |
| *Etain.* | 127,10 à 128,10 | 119 à 121 |
| *Plomb.* | 14,05 à 14,10 | 14,10 |
| *Zinc.* | 20,10 | 19,7/6 à 20 |